COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-DIX-HUITIÈME.

JANVIER — JUIN 1874.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1874.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✻).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻).
HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le général Arthur-Jules) (G. O. ✻).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✻).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✻).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) ✻.
LOEWY (Maurice) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✻).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✻.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✻).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✻).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (O. ✻).
Desains (Quentin-Paul) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✻).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
Fremy (Edmond) (O. ✻).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✻).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✻).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✻).
Pasteur (Louis) (C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
Tulasne (Louis-René) ✻.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✵).
DECAISNE (Joseph) (O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✵).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✵.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✵).
MANGON (Charles-François HERVÉ-) (O. ✵).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✵).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✵.
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✵.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✵).
BERNARD (Claude) (C. ✵).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✵).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✵).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✵).
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✵), pour les Sciences Mathématiques.
DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✵), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✱).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✱).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✱).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✱).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✱).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✱).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✱.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✱).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✱).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✱), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✱), à Göttingue, *Prusse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
AIRY (Georges-Biddell) ✱, à Greenwich, *Angleterre*.
AGASSIZ (Louis), à Cambridge, *États-Unis*.
WHEATSTONE (Sir Charles) ✱, à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✱, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Seguin aîné (Marc) (O. ❊), à Montbard, *Côte-d'Or*.
Moseley (Henry), à Londres, *Angleterre*.
Fairbairn (William) ❊, à Manchester, *Angleterre*.
Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de), à Versailles, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

Hansen (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale*.
Santini (Giovanni), à Padoue, *Italie*.
Argelander (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse*.
Hind (John-Russell), à Londres, *Angleterre*.
Peters (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse*.
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
Secchi (Le Père Angelo) (O. ❊), à Rome, *Italie*.
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre*.
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova, *Russie*.
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse*.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres, *Angleterre*.
Roche (Édouard-Albert) ❊, à Montpellier, *Hérault*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ❊), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Richards (le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre*.
Livingstone (David).
Chazallon (Antoine-Marie-Remi) (O. ❊), à Desaignes, *Ardèche*.
David (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) ❊, à Grigny, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique.*
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse.*
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse.*
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière.*
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre.*
Angström (A.-J.), à Upsal, *Suède.*
Billet (F.), à Dijon, *Côte-d'Or.*

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✻), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre.*
Favre (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse.*
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre.*
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher.*
Williamson (Alexander-William), à Londres, *Angleterre.*
Zinin (Nicolas), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Omalius d'Halloy (Jean-Baptiste-Julien d'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique.*
Sedgwick (Adam), à Cambridge, *Angleterre.*
Lyell (Sir Charles), à Londres, *Angleterre.*
Damour (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre.*
Leymerie (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✻, à Toulouse.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse*.
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var*.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault*.
WEDDELL (Hugues-Algernon) ✻, à Poitiers, *Vienne*.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen, *Seine-Inférieure*.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻), à Cirey-les-Forges, *Meurthe-et-Moselle*.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VIBRAYE (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
LOVÉN, à Stockholm, *Suède*.
MULSANT (Étienne), à Lyon, *Rhône*.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague, *Danemark*.
DANA (James-Dwight), à New-Haven, *États-Unis*.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres, *Angleterre*.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rodolphe de), à Berlin, *Prusse*.
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
Ehrmann (Charles-Henri) (O. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Gintrac (Élie) (O. ✻), à Bordeaux, *Gironde*.
Rokitanski, à Vienne, *Autriche*.
Lebert (Hermann) (O. ✻), à Breslau, *Silésie*.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1873.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1874, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Fremy obtient.	25	suffrages.
M. Balard.	20	»
M. Peligot	2	»

M. Fremy, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient.	41	suffrages.
M. Decaisne.	39	»
MM. Chevreul, Morin, chacun . .	2	»
M. Mathieu	1	»

MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. de Quatrefages donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1874.

Volumes publiés.

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXXIV (1er semestre 1872), et le tome LXXV (2e semestre 1872) ont paru avec leur Table.

» Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a été distribué au mois de juillet.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX, réservé par l'Académie au Mémoire de M. Chevreul, est divisé en deux parties :

La première a douze feuilles tirées; elles renferment des recherches chimiques sur la teinture.

La deuxième a treize feuilles tirées; elles sont consacrées au Mémoire intitulé : « D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle ».

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Le tome XL, qui doit être composé de travaux portant une pagination séparée et un numéro d'ordre, renferme :

1° Le Mémoire de M. Dupuy de Lôme sur l'aérostat à hélice; il forme neuf feuilles accompagnées de neuf planches avec texte explicatif;

2° Le Mémoire de M. Edm. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents; il a cinq feuilles;

3° Le Mémoire de M. Becquerel père, sur le mode d'intervention de l'eau et sur les forces électromotrices dans les actions chimiques, etc.

Ce dernier travail, qui formera environ huit feuilles, est en correction.

Le tome XLI est réservé aux Communications scientifiques faites à la Commission du passage de Vénus. Ce volume sera divisé en deux parties :

la première est actuellement terminée et forme cinquante-six feuilles. Elle renferme les travaux de MM. Delaunay, Wolf et André, Faye, E. Laugier, Puiseux, Laussedat, Pâris, A. Cornu, Wolf et Martin, Janssen, Fizeau, Wolf, Yvon Villarceau et Wolf. On y trouve également les pièces officielles relatives à la question.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXI a soixante-dix-huit feuilles tirées.

Les feuilles 1 à 33 contiennent le Mémoire de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit. Les seize planches qui accompagnent ce travail sont tirées. Les feuilles 33 à 49 sont réservées au Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.

Viennent après les Mémoires de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux et sur l'influence que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire.

Ces travaux sont renfermés dans les feuilles 50 à 78. La dernière feuille est en bon à tirer.

Viendront ensuite : 1° le Mémoire de M. Bouquet sur les intégrales ultra-elliptiques; 2° le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux. Les planches de ce dernier travail sont à la gravure.

Le tome XXII est imprimé dans la même forme que le tome XL des Mémoires de l'Académie. Le Mémoire n° 1 est celui de M. Gruner sur le dédoublement de l'oxyde de carbone. Il est composé de neuf feuilles.

Le Mémoire n° 2 est de M. Massieu, il est intitulé : « Sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs », et forme douze feuilles. Le Mémoire de MM. F. Lucas et A. Cazin, sur la durée de l'étincelle électrique, est imprimé sous le n° 3, et forme sept feuilles qui sont accompagnées d'une planche.

Le Mémoire n° 4 est de M. F. Lucas. Il porte pour titre : « Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes », et forme cinq feuilles et demie. On a compris sous les n°s 5 et 6 les recherches de MM. Duclaux et Maxime Cornu sur le *Phylloxera vastatrix*. Le premier de ces Mémoires forme sept feuilles avec huit planches, le second six feuilles, accompagnées de trois planches.

Le Mémoire n° 7 est de M. Bertin; il a pour titre : « Sur un transport-écurie », et a sept feuilles et deux planches. Le Mémoire n° 8 a pour auteur M. Renault; il est intitulé : « Étude du *Sigillaria spinulosa* », et formera environ cinq feuilles. Les six planches qui accompagnent ce travail sont gravées.

Viendront après : 1° les Études de M. Faucon sur le Phylloxera; 2° la suite des recherches de M. Maxime Cornu sur le Phylloxera : plusieurs planches sont à la gravure; 3° le Mémoire de M. Bertin, sur la résistance des carènes; 4° le Mémoire de M. Fouqué, intitulé : « Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin »; 5° le Mémoire de M. Mannheim sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1873.

Membres décédés.

« *Section de Mécanique :* M. le baron **Ch. Dupin,** le 18 janvier.

» *Section de Botanique :* M. **Gay**, le 29 novembre.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Coste**, le 19 septembre.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Nélaton**, le 21 septembre.

» *Académiciens libres :* M. **de Verneuil**, le 29 mai; M. **A. Passy**, le 8 octobre.

» *Associés étrangers :* M. le baron **de Liebig**, le 18 avril; M. **de la Rive**, le 27 novembre.

Membres élus.

» *Section de Mécanique :* M. **Resal**, le 2 juin, en remplacement de M. le baron **Dupin**, décédé.

» *Section d'Astronomie :* M. **Janssen**, le 10 février, en remplacement de M. **E. Laugier**, décédé; M. **Lœwy**, le 7 avril, en remplacement de M. **Delaunay**, décédé.

» *Section de Physique :* M. **Berthelot**, le 3 mars, en remplacement de M. **Duhamel**, décédé; M. **Desains**, le 12 mai, en remplacement de M. **Babinet**, décédé.

» *Académiciens libres :* M. **Cosson**, le 31 mars, en remplacement de M. le maréchal **Vaillant**, décédé; M. **de la Gournerie**, le 19 mai, en remplacement de M. le comte **Jaubert**, démissionnaire; M. **de Lesseps**, le 21 juillet, en remplacement de M. **de Verneuil**, décédé.

» *Associé étranger :* Sir **Ch. Wheatstone**, le 30 juin, en remplacement de M. le baron **de Liebig**, décédé.

Membres à remplacer.

» *Section de Botanique :* M. **Gay**, décédé le 29 novembre.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Coste**, décédé le 19 septembre.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Nélaton**, décédé le 21 septembre.

» *Académicien libre :* M. **A. Passy**, décédé le 8 octobre.

» *Associés étrangers :* M. **de la Rive**, décédé le 27 novembre. »

Après avoir donné les renseignements qui précèdent, M. **de Quatrefages** ajoute :

« L'annonce de la mort de M. Agassiz n'est parvenue en Europe que par une dépêche télégraphique que le Bureau de l'Académie aurait été bien heureux de voir reconnue pour être mensongère. Voilà pourquoi il n'a pas encore été question dans nos séances de ce douloureux événement. La première annonce n'a pas été confirmée, mais elle n'a pas non plus été démentie; tout nous fait donc craindre qu'elle n'ait été que trop fondée, et je ne voudrais pas quitter ce fauteuil sans avoir exprimé la douleur bien vive que cause à tous les hommes de science la perte d'un savant dont la vie a été si bien remplie et si glorieuse. »

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1873.

Correspondants décédés.

» *Section de Mécanique :* M. **Burdin**, à Clermont-Ferrand, le 12 novembre.

» *Section de Physique :* M. **Hansteen**, à Christiania, le 15 avril.

» *Section de Minéralogie :* M. **Rose**, à Berlin, le 15 juillet; M. **Naumann**, à Leipzig, le 4 décembre.

Correspondant nommé Associé étranger.

» *Section de Physique :* Sir **Ch. Wheatstone**, à Londres, élu Associé étranger le 30 juin.

Correspondants élus.

» *Section de Mécanique :* M. **Didion**, à Nancy, le 21 avril, en remplacement de M. **Moseley**, décédé.

» *Section d'Astronomie :* M. N. **Lockyer**, à Londres, le 29 décembre, en remplacement de M. **Encke**, décédé; M. **Roche**, à Montpellier, le 29 décembre, en remplacement de M. l'amiral **Smyth**, décédé.

» *Section de Physique :* M. **Angström**, à Upsal, le 22 décembre, en remplacement de M. **Hansteen**, décédé; M. **Billet**, à Dijon, le 22 décembre, en remplacement de sir **Ch. Wheatstone**, nommé Associé étranger.

» *Section de Chimie :* M. **Williamson**, à Londres, le 24 novembre, en remplacement de M. **Bérard**, décédé; M. **Zinin**, à Saint-Pétersbourg, le 24 novembre, en remplacement de M. **Graham**, décédé.

» *Section de Minéralogie :* M. **Leymerie**, à Toulouse, le 21 avril, en remplacement de M. **Haidinger**, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Mulsant**, à Lyon, le 14 avril, en remplacement de M. **Quoy**, décédé; M. **Steenstrup**, à Copenhague, le 7 juillet, en remplacement de M. **Agassiz**, élu Associé étranger; M. **Dana**, à New-Haven, le 7 juillet, en remplacement de M. **Pictet**, décédé; M. **Carpenter**, à Londres, le 7 juillet, en remplacement de M. **Pouchet**, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Mécanique :* M. **Burdin**, à Clermont-Ferrand, décédé le 12 novembre 1873.

» *Section d'Astronomie :* M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867; M. **Airy**, à Greenwich, élu Associé étranger le 26 février 1873.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **de Wrangel**, à Saint-Pétersbourg, décédé le.... 1870.

» *Section de Minéralogie :* M. **Rose**, à Berlin, décédé le 15 juillet 1873; M. **Naumann**, à Leipzig, décédé le 4 décembre 1873.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Guyon**, à Alger, décédé le 23 août 1870; M. **Sédillot**, à Strasbourg, élu Membre de l'Académie, le 24 juin 1872.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTISME. — *Sur la conductibilité des tensions magnétiques.* Note de M. J. JAMIN.

« On a imaginé le mot de *force coercitive* pour exprimer la différence entre le fer et l'acier. On définit cette force : la difficulté qu'on éprouve à aimanter le métal et la résistance qu'il oppose aux causes de désaimantation. Cela est vague et ne repose sur aucune expérience définie : revenons aux faits.

» Je prends une bobine horizontale composée de 400 tours d'un fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre; elle a 15 centimètres de longueur. J'y fais passer un courant de 20 éléments Bunsen; je place à l'intérieur un noyau prismatique de fer doux, de même longueur qu'elle, qui devient un électro-aimant énergique et prend, par exemple, un magnétisme austral à son extrémité antérieure. J'en approche peu à peu des barres horizontales de fer, de 20 millimètres de côté : elles subissent l'induction magnétique, suivant les conditions connues, prennent une tension contraire ou boréale à la partie voisine, une tension de même signe ou australe au bout le plus éloigné. Il y a une ligne moyenne toujours placée entre le milieu et le noyau de fer doux; elle se rapproche de ce noyau en même temps que la barre elle-même, et enfin disparaît quand cette barre est mise en contact avec l'électro-aimant de manière à prolonger sa surface. A ce moment, la tension boréale s'est concentrée tout entière sur la face de contact, dissimulée par un magnétisme égal accumulé sur le noyau. Il ne reste qu'une tension australe prolongée de ce noyau à tous les points de cette barre.

» Or il faut remarquer deux choses essentielles : 1° la tension, mesurée par la force d'arrachement d'un contact d'épreuve, est toujours la même des deux côtés de la face de contact, d'une part sur le noyau, de l'autre sur la barre. Il y a donc équilibre magnétique sans différence, ou chute entre les deux métaux; 2° la tension australe se continue le long de la barre jusqu'à son extrémité libre, presque sans diminution d'intensité, si elle ne dépasse pas 85 centimètres.

» On voit par là que le fer doux possède la double propriété de se mettre en équilibre de tension avec un aimant qu'il touche, et de propager cette tension à travers sa substance jusqu'à de grandes distances : c'est là son ca-

ractère essentiel qu'on peut exprimer d'un mot, en disant qu'il est *conducteur des tensions magnétiques*.

» La distribution de ces tensions est variable avec la forme et l'étendue des barres. Elle suit une loi très-simple quand elles sont infinies en longueur et qu'on les enfonce par un bout dans la bobine que j'ai décrite. Il est naturel de supposer que, dans ce cas, la tension de chaque tranche infiniment mince est une fraction constante de la tranche précédente, ce qui conduit immédiatement à la formule

$$I = \frac{M}{a^x}.$$

» Les expériences destinées à vérifier cette formule ont été faites avec trois barres du même fer bien doux, de 2 mètres de longueur, de section carrée dont les côtés sont de 20, 15, 10 millimètres. J'ai mesuré les tensions de décimètre en décimètre, à partir de la face interne de la bobine. Leurs rapports égaux à *a* sont inscrits dans le tableau suivant : ils sont constants.

Fer (barres infinies).

Distances en décimètres.	Barre de 20mm.		Barre de 15mm.		Barre de 10mm.	
	Tension.	*a*.	Tension.	*a*.	Tension.	*a*.
0......	143,4	1,50	110,2	1,50	70,0	1,57
0,5......	113,5	1,39	89,5	1,46	54,5	1,42
1,0......	94,6	1,35	73,4	1,38	44,3	1,31
1,5......	81,7	1,33	61,2	1,33	38,2	1,33
2,0......	70,2	1,31	»	»	33,7	1,29
2,5......	61,3	1,29	45,7	1,40	29,0	1,34
3,0......	53,3	1,31	»	»	26,2	1,31
3,5......	47,6	1,31	32,6	1,38	21,5	1,20
4,0......	40,8	1,25	»	»	»	»
4,5......	36,2	1,26	23,7	1,35	18,0	1,28
5,0......	32,7	1,26	»	»	»	»
5,5......	29,8	1,25	17,5	1,34	14,0	1,40
6,5......	23,8	1,31	13,0	1,30	10,0	»
7,5......	18,2	1,18	10,0	1,25	»	»
8,5......	15,8	1,37	8,0	1,50	»	»
9,5......	12,3	1,12	5,3	1,26	»	»
10,5......	10,5	1,21	4,2	»	»	»
11,5......	8,7	1,34	»	»	»	»
12,5......	6,5	1,41	»	»	»	»
13,5......	4,6	1,31	»	»	»	»
14,5......	3,2	1,37	»	»	»	»
15,5......	2,3	1,28	»	»	»	»
16,5......	1,8	»	»	»	»	»

» Les nombres trouvés n'éprouvent aucun changement notable quand on enfonce la barre jusqu'à dépasser la bobine de 10, 20, 30 centimètres, ce qui prouve que la quantité de magnétisme développée est invariable.

» Le rapport a est toujours un peu plus grand sur les points voisins de la bobine que pour les autres. J'attribue cette perturbation non à l'inexactitude de la loi, mais à l'action de la bobine qui agit directement sur les parties de la barre rapprochées d'elle et ajoute son action à celle des points antérieurs de cette barre elle-même.

» Ce rapport est le même et égal à 1,312 pour les trois barres de fer étudiées. Cela veut dire qu'un même métal transmet d'une tranche à celle qui la suit une fraction de son magnétisme qui dépend de sa nature, mais ne dépend point de sa section : ce qui pouvait être prévu; car si la section devient double, elle peut se décomposer en deux moitiés agissant chacune comme une surface simple, et le rapport en question ne varie point.

» Mais, si a est indépendant de la section, il n'en est pas de même de M. Pour $x = 0$ les tableaux suivants donnent :

Largeur des barres.	M.	Rapport des largeurs.	Rapport de M.
20..........	143,4	2,00	2,05
15..........	110,2	1,50	1,50
10..........	70,0	1,00	1,00

Pour une intensité donnée de courant, M est donc proportionnel au côté b de la barre; il serait égal à 7, si ce côté était égal à 1 millimètre. On aura en général

$$I = 7 \frac{b}{(1,312)^x}.$$

» Cette formule s'applique à toutes les barres de fer; elle représente pour toutes une courbe unique; seulement l'ordonnée à l'origine varie avec le côté b et lui est proportionnelle.

» Examinons maintenant l'acier. J'ai étudié trois échantillons : le premier, peu carburé, provenant de Niederbronn, n'avait pas été trempé; le deuxième, de même composition, avait été trempé au rouge sans être devenu très-dur; le troisième enfin est un acier fondu très-riche, martelé et reaimenté de nouveau. Il m'a été remis par M. Dalifol, que je ne puis assez remercier pour l'aide qu'il veut bien me prêter.

» Quand on approche un de ces barreaux d'un électro-aimant jusqu'au contact, il en subit l'influence comme le fer, avec cette différence, que l'action est moins vive et qu'au contact il a toujours une tension plus faible

que celle du noyau. Il y a une différence, une chute, d'autant plus grande que l'acier est plus riche et plus dur.

» Si nous étudions ensuite les courbes des tensions en divers points de ces barres, plongées par un bout dans la bobine, elles satisfont à la même formule $I = \frac{M}{a^x}$; mais : 1° M est d'autant moindre; 2° a est d'autant plus grand que l'acier est plus riche et mieux trempé, d'où il suit que les courbes s'abaissent de plus en plus et se prolongent de moins en moins.

Distances. en décimètres.	Niederbronn non trempé. Tension.	a	Niederbronn trempé. Tension.	a	Distances. en décimètres.	Acier de M. Dalifol trempé. Tension.	$a^{\frac{1}{2}}$.
0 ...	109,3	1,56	240,6	2,61	0,0...	93,5	2,21
0,5...	90,2	1,68	143,7	2,28	0,2...	42,3	1,95
1,0...	70,0	1,66	92,0	2,08	0,4...	21,7	1,94
1,5...	53,7	1,71	63,0	2,02	0,6...	11,2	1,77
2,0...	42,2	1,71	44,2	2,08	0,8...	6,3	1,85
2,5...	31,3	1,60	31,2	1,93	1,0...	3,4	2,26
3,0...	24,6	1,73	21,3	2,24	1,2...	1,5	»
3,5...	19,5	1,65	16,2	3,11	»	»	»
4,0...	14,2	1,47	9,5	2,71	»	»	»
4,5...	11,8	1,90	5,2	»	»	»	»
5,0...	9,7	1,86	3,5	»	»	»	»
5,5...	6,2	1,44	»	»	»	»	»
6,0...	5,2	»	»	»	»	»	»
6,5...	4,3	»	»	»	»	»	»

» Ce sont ces propriétés que le mot de *force coercitive* est censé expliquer; il me semble qu'on peut les résumer d'une manière à la fois plus simple et plus claire, en disant que le fer doux est bon conducteur des tensions magnétiques et que l'acier l'est d'autant moins qu'il est plus dur.

» On va confirmer et compléter cette idée en étudiant ce qui se passe quand on éloigne ces barres de l'électro-aimant. Avant la séparation, elles avaient à la surface de contact une polarité boréale dissimulée par une quantité égale de magnétisme contraire placé en regard sur le noyau; elles avaient, en outre, la longue courbe de tensions australes que nous venons d'étudier. Aussitôt que l'action séparatrice de l'aimant cesse, ces magnétismes se réunissent, autant que le permet la conductibilité du métal, en totalité si c'est du fer, en partie si c'est de l'acier, et, dans ce cas, il reste : 1° à l'extrémité, un pôle boréal très-fort, accusé par une épaisse chevelure dans la limaille de fer; 2° une plage voisine, où les tensions les plus

rapprochées se sont recombinées, et une ligne moyenne d'autant plus près que la conductibilité est moindre; 3° et, s'étendant jusqu'aux limites de la courbe des tensions premières, une polarité australe très-prolongée, très-étalée et, par conséquent, à peine appréciable en chaque point; 4° enfin l'extrémité opposée est absolument à l'état naturel. L'Académie a sous les yeux un exemple de cette singulière aimantation; quant à la ligne moyenne, elle est à 25, 10, 3 centimètres de l'extrémité pour les trois aciers employés précédemment.

» Je propose donc de renoncer au mot de force coercitive et de le remplacer par l'idée de conductibilité qui, grande ou faible, constitue la propriété essentielle du fer et de l'acier et explique tous leurs effets. C'est parce qu'il est conducteur que le fer prend et perd le magnétisme aussitôt qu'une cause extérieure intervient ou cesse; c'est pour la même raison qu'il transporte à travers un contact les tensions opposées de deux pôles et qu'il ramène l'aimant à la neutralité; c'est encore pour cela qu'il sert, au moyen d'armatures soigneusement appliquées, à réunir et à transporter, sur des masses polaires voisines, le magnétisme épars sur les surfaces des aimants naturels. C'est au contraire à cause de son peu de conductibilité que l'acier retient séparées les tensions contraires aux extrémités d'un barreau et d'autant plus puissantes qu'il est plus long. On explique de même la nécessité des frictions dans l'aimantation afin d'agir sur chaque point et de suppléer à la conductibilité qui manque, l'impossibilité de faire des contacts avec l'acier, et enfin la différence de tension qui se maintient entre ce métal et un aimant qu'il touche.

» Comme conséquence et comme exemple de ces idées, je soumets à l'Académie le singulier aimant que voici : c'est une barre de l'acier très-peu conducteur de M. Dalifol, étudié précédemment; elle a 60 millimètres de largeur, 12 d'épaisseur, et 300 de longueur, mais cette longueur est indifférente. On peut aimanter cette barre latitudinalement, c'est-à-dire créer deux pôles opposés sur les tranches de 12 millimètres, et avoir une ligne moyenne, parallèle à la longueur, sur le milieu de la face large. Le magnétisme des deux tranches est franchement accusé dans la limaille de fer. Ce résultat ne peut être atteint que par suite du peu de conductibilité du métal qui maintient les tensions séparées à une aussi petite distance et dans un sens aussi inhabituel.

» A la vérité ces tensions sont très-faibles, à peine égales à 6 grammes, en chaque point avec le contact d'épreuve; mais comme elles sont réparties sur une grande surface, elles représentent une somme considérable de

magnétisme; seulement il faut le recueillir. Pour cela, on applique deux armatures de fer doux, exactement rodées, qui le conduisent où l'on veut, par exemple à leur extrémité, quand on y applique un contact. On est alors étonné de voir un aimant si faible en chaque point avoir une force portative qui surpasse 20 kilogrammes. La quantité tient lieu de tension. Cet appareil est un exemple des applications qu'on peut faire : 1° du peu de conductibilité des aciers; 2° de la grande conductibilité du fer doux. »

ZOOLOGIE. — *Sur une forme nouvelle et simple du pro-embryon des Échinodermes* (Stellérides, *Asteriscus verruculatus*, M. et T.). Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers.**

« On sait combien les formes des premiers états embryonnaires des Échinodermes sont loin de ressembler non-seulement aux formes définitives qu'ils auront, mais même à celles qui indiquent et montrent les premières ébauches d'un Radiaire. L'embryogénie des Oursins, des Étoiles de mer proprement dites, des Ophiures, des Holothuries a donné lieu aux observations les plus inattendues et dévoilé une série de métamorphoses toute nouvelle, en dehors des faits connus dans la science. Mon intention ne peut être de rappeler ici des faits aujourd'hui bien connus et parfaitement établis. Je désire seulement appeler l'attention de l'Académie et des zoologistes qui se préoccupent de l'évolution des êtres sur une forme n'ayant pas, je crois, été indiquée encore.

» Les embryons des Astéries ont été bien étudiés. Connus sous le nom de *Brachiolaires*, ils peuvent être représentés par un petit corps plus ou moins allongé, offrant sur ses côtés et à ses deux extrémités des appendices ou bras longs, grêles, contractiles, nombreux, dont l'apparence a justement conduit au nom rappelé.

» M. Alexandre Agassiz doit être cité comme l'un des auteurs ayant le mieux étudié l'embryogénie des Stellérides. Dans son travail sur le développement de l'Astéracanthion, il nous montre les *Brachiolaires* de cette espèce sous des formes variées, en partant de l'œuf qu'il a fécondé artificiellement, et suivis d'une part jusqu'aux Brachiolaires perdant leurs bras; d'autre part, jusqu'au petit disque radié, origine de l'Étoile de mer. Je cite ce travail, parce qu'il ne peut laisser le moindre doute sur la forme particulière si bien nommée et si bien décrite.

» Jusqu'ici, je le crois du moins, toutes les larves ayant fait l'objet des

études ont montré un caractère constant; elles jouissent d'une liberté de mouvement assez grande, car presque toutes sont actives et capables de nager; elles ne sont point sédentaires; les dessins comme les descriptions en font foi. Les bandes et les épaulettes vibratiles, comme on les a appelées, formant leurs appareils locomoteurs, sont décrites avec soin par les auteurs.

» Sur une espèce qui vit dans les mers de nos côtes, aussi bien de la Méditerranée que de l'Océan, des observations m'ont conduit à un résultat un peu différent et qui me paraît aussi intéressant que curieux. Quand on considère la parenté très-grande de l'*Asteriscus verruculatus* avec les Étoiles de mer proprement dites, on peut supposer que les premières formes embryonnaires doivent être celles d'un Brachiolaire d'Astéracanthion ou autre Stelléride. Est-ce une telle supposition qui a fait laisser de côté l'embryogénie de notre espèce? Cela peut être; car, en jugeant par analogie, il devait paraître peu utile ou intéressant de chercher à suivre un développement que tout devait faire croire semblable, sinon identique, à celui qui était bien connu.

» Une autre raison me paraît encore avoir fait négliger l'embryogénie de l'*Asteriscus* : le plus ordinairement on a pêché à la surface de la mer les embryons ciliés et nageurs des Oursins, des Holothuries, des Ophiures. Ce mode d'observation n'est point praticable dans le cas présent, comme on va le voir, car les naturalistes ne pouvaient, en agissant comme ils l'ont fait, rencontrer l'embryon qui nous occupe.

» Je cherchais des Mollusques nudibranches qui se cachent, on le sait, le plus souvent sous les corps sous-marins. En retournant des pierres, je rencontrai de petits amas de globules d'un jaune orangé intense que je ne connaissais point, et, par simple curiosité, je les recueillis pour les suivre et m'assurer de leur nature. Je fus frappé de leur adhérence au-dessous des pierres; ils étaient fixés, mais isolés, quoique très-près les uns des autres. J'en détruisis beaucoup pour en avoir quelques-uns. Ce n'étaient point des œufs de Mollusques, car ils n'étaient pas enfermés dans une matière plus ou moins dense, comme c'est l'habitude pour ces animaux; ils étaient irrégulièrement disséminés comme l'eussent été des œufs de Poissons auxquels ils ressemblaient par leur forme et leur disposition, mais dont ils différaient aussi par leur opacité.

» En les observant, je vis sortir d'une coque transparente et très-mince un être d'apparence amœboïde, qui acquit bientôt une forme déterminée fort singulière.

» La partie la plus colorée était la moins changeante de forme : elle était sphérique et portait à l'un de ses pôles une sorte de croissant dont les extrémités mousses jouissaient de la propriété de se fixer et d'adhérer aux corps environnants.

» Je n'avais jamais vu d'êtres semblables ; je résolus de les suivre, ce qui me fut rendu possible, car ils vivaient sans trop de difficulté dans mes appareils ; la faculté dont ils jouissaient de se fixer au fond des vases aidait beaucoup l'entretien de l'eau fraîche, et cette condition permettait aussi de les apporter facilement sous le microscope et de pouvoir observer non-seulement des individus à des états divers de développement, mais encore le même individu dont on pouvait ainsi constater jour par jour les progrès.

» En peu de temps les cornes du croissant s'allongèrent beaucoup sans jamais s'effiler à leur extrémité, et tandis que la partie globuleuse, le corps du jeune animal, restait d'un beau jaune orangé, opaque, et ne s'accroissait que peu ; elles devenaient transparentes par suite du peu de matière colorante contenue dans leurs tissus et de la formation d'une vaste cavité dans leur intérieur.

» En quelques jours, le jeune animal devint très-bizarre, aussi bien par sa forme que par ses mouvements. Son croissant, fortement allongé et courbé, représentait deux bras fort mobiles, à convexité attachée à la masse globuleuse du corps, se tordant dans un sens ou dans l'autre, tantôt adhérant aux corps voisins, tantôt libres. On avait alors sous les yeux de petits êtres semblables à des gymnastes qui, se tenant tantôt par l'une, tantôt par l'autre, tantôt par les deux mains, se balancent en tous sens, prennent des poses et des attitudes diverses, en changeant la direction de l'axe de leurs corps par rapport à la position de leur point d'appui.

» Ces embryons se meuvent beaucoup plus en faisant adhérer leurs extrémités brachiales et en contractant leurs bras que par l'action des cils vibratils très-fins qui couvrent leurs corps. Ils n'ont jamais cette activité que tous les naturalistes ont observée chez les embryons nageurs, qui ont des cils vibratils disposés de façon à constituer des organes locomoteurs. Dès les premiers moments, après la sortie de l'œuf, les mouvements sont lents et obscurs, presque amœboïdes, sans cependant que la forme générale du corps en soit altérée. Les jeunes se traînent sur le fond des vases, ou bien les arpentent en faisant adhérer alternativement l'une ou l'autre de leurs extrémités brachiales. Si on les détache du corps auquel ils adhèrent, on les voit tourner lentement sur eux-mêmes, puis se fixer de nouveau et recommencer

leurs exercices gymnastiques. Sans difficulté j'ai pu observer ces jeunes animaux jusqu'à leur entière transformation en *Asteriscus*, et m'assurer que leur activité n'est jamais telle qu'on puisse les considérer comme nageurs. Ils ne doivent donc pas abandonner de bonne heure la pierre sur laquelle leur mère déposa les œufs d'où ils naquirent, et leur vie relativement sédentaire s'ajoute aux raisons précédemment données pour expliquer la cause de l'oubli où ils sont restés jusqu'ici.

» Lorsqu'après quelques jours de durée de la forme singulière qui vient d'être indiquée je vis apparaître les premières traces de l'être radiaire, je compris immédiatement que j'avais sous les yeux un ÉCHINODERME; mais lequel était-il? La connaissance de la faune des lieux où j'observais me conduisit à penser à l'*Asteriscus*, et je cherchai à instituer les expériences nécessaires pour voir pondre cet animal et pour élever ses jeunes. Il me suffira de dire que j'ai eu de nombreuses pontes, que j'ai vu la fécondation s'accomplir dans mes cuvettes où les mâles avaient spermatisé; que fractionnement et premières périodes de l'évolution ont été étudiés; qu'enfin j'ai pu constater la formation, d'une part, de ce que j'appelle le *pro-embryon*, en empruntant une expression très-juste aux botanistes; d'autre part, la jeune Étoile de mer; qu'en second lieu, dans une autre série de recherches, j'ai trouvé à la mer des *Asteriscus* pondant; que j'ai recueilli leurs œufs en voie de développement, et que j'ai suivi les embryons nés à la mer parallèlement à ceux qui étaient nés dans mes appareils. Il me sera donc possible, dans un travail détaillé, de faire connaître l'évolution complète de l'*Asteriscus;* mais pour aujourd'hui, laissant de côté les changements et les modifications qui surviennent dans ce pro-embryon et conduisent à la forme adulte, je me borne à indiquer quelques points particuliers de l'histoire intéressante de cet animal.

» Entre l'Astéracanthion et l'*Asteriscus*, la parenté est proche, et cependant quelle différence entre le *Brachiolaria* du premier genre et le pro-embryon du second. Dans celui-ci, un orifice se trouve dans la concavité du croissant à l'opposé du point où s'attache la masse globuleuse du corps, du côté de la convexité des bras. Il n'y a que deux appendices auxquels on puisse donner, quoiqu'ils soient relativement peu développés, le nom de *bras*. Dans l'autre, on trouve un bras impair et médian à chacune des deux extrémités du corps; mais on en trouve aussi deux paires sur la partie du corps placée au-dessus de la bouche, et deux paires sur la partie opposée du corps; enfin il y a aussi les bras brachiolaires, comme les appelle M. Alexandre Agassiz. Pour trouver une homologie entre ces deux pro-

embryons, il faut admettre que l'un d'eux n'a aucun des bras symétriques latéraux, qu'il n'a que les deux bras impairs médians, l'un supérieur, l'autre inférieur, et que la grande échancrure de son croissant correspond à l'échancrure antérieure buccale de l'autre; il faut encore admettre que la masse centrale constituant le corps du Brachiolaire s'isole des bras et forme une masse globuleuse à l'arrière des deux bras impairs arrivés au contact et séparés par l'orifice central. Sans doute avec ces suppressions et ces changements de rapports on peut arriver à un Brachiolaire très-réduit, fort peu développé dans la partie brachiale; mais on est au moins obligé de convenir que l'apparence des deux êtres est en somme extrêmement différente.

» Voyons maintenant comment apparaît l'Étoile de mer.

» Une chose frappe vivement quand on considère l'évolution de l'Échinoderme, c'est que l'être sortant de l'œuf, le pro-embryon, celui qui précède la venue de l'Oursin, de l'Étoile ou de l'Ophiure, est un être à symétrie bilatérale parfaite, tandis que celui auquel il fait place est un être nouveau à symétrie radiaire également parfaite. La différence entre les deux est si grande, que d'abord on n'a su voir, dans un *Pluteus*, un *Auricularia* ou un *Brachiolaria*, l'embryon d'un Échinoderme, et que l'on a été primitivement conduit à imposer ces noms nouveaux de genre à ces pro-embryons dont on ne connaissait point encore les relations zoologiques. Cette différence explique aussi que ce n'est pas par la transformation des parties existantes que naîtra l'animal radiaire, mais qu'il sera créé de toutes pièces par un véritable bourgeonnement, dans un point particulier du corps du pro-embryon. Ce n'est pas sur la ligne médiane de celui-ci que se formera le jeune *Asteriscus*, c'est sur l'un de ses côtés, c'est-à-dire dans une partie entièrement indépendante du plan de symétrie bilatérale. En effet, l'on voit dans un blastème se former cinq bourgeons qui deviennent chacun l'origine ou le point de départ de l'un des rayons de l'*Asteriscus*. Ce trait suffit pour établir et justifier les homologies indiquées plus haut et rattacher complétement le développement de l'animal qui nous occupe à celui de l'Astéracanthion. On trouvera dans le Mémoire détaillé les faits relatifs à la formation des pièces calcaires, des ambulacres, des bras, etc., etc., de l'Étoile de mer dont nous ne faisons qu'esquisser ici l'embryogénie.

» Relativement au rôle et à la durée de l'existence du pro-embryon, des naturalistes se sont demandé si le jeune Échinoderme, après avoir acquis un certain développement, ne se détachait pas de l'être qui l'avait produit, et si celui-ci ne pouvait pas, une seconde fois et même davantage, produire

de nouveaux individus. Il est des observateurs qui l'ont pensé. Pour les Astéracanthions, si bien étudiés par M. A. Agassiz, la question a été résolue négativement. Le savant naturaliste américain a vu que non-seulement le jeune Astéracanthion ne se détachait pas du *Brachiolaria*, mais encore que celui-ci était absorbé, et que toute sa substance devait servir au développement et à l'accroissement de la jeune Étoile. Je ne puis que confirmer entièrement les vues du savant zoologiste américain en ce qui touche l'espèce que j'ai étudiée; car, à mesure que le disque, ayant cinq rayons et qui correspondra à la face ambulacraire de l'*Asteriscus*, s'étend, les deux bras ou extrémités des cornes du croissant du pro-embryon se flétrissent, se rapprochent de la partie médiane, autrefois placée au milieu de la courbe où est un orifice, et, perdant peu à peu la faculté de se fixer, diminuent ou disparaissent en laissant un mamelon central : c'est ce mamelon correspondant à la partie qui porte un orifice qui fait adhérer le jeune animal, par une sorte de succion, sur les corps étrangers.

» Ainsi la partie brachiale du pro-embryon s'est flétrie, mais le jeune Échinoderme ne s'est point détaché, et, plus tard, quand on trouve après une quinzaine de jours le jeune *Asteriscus*, très-reconnaissable à ses ambulacres, à ses piquants, à ses tentacules qui se forment sur deux rangées pour chaque rayon, on voit, au milieu de son disque actinial ou ambulacraire, un long pédoncule servant encore à le fixer et qui est comme une trompe buccale reconnaissable, quoique profondément modifiée, chez l'adulte.

» Quinze jours suffisent pour que les jeunes *Asteriscus* aient de cinq à sept tentacules ambulacraires à chaque rayon. L'un de ces tentacules est impair et terminal et présente un point coloré qui est l'origine des yeux.

» En résumé, l'*Asteriscus* n'échappe en aucune façon à la loi générale qui préside au développement des Échinodermes; seulement son pro-embryon est le plus simple et le plus sédentaire de tous ceux qu'on a décrits jusqu'ici.

» La grande différence qu'il présente à l'état de pro-embryon avec les larves des espèces étudiées nous montre que, avant de pouvoir d'une façon définitive établir les relations homologiques de tous les pro-embryons du groupe, il serait nécessaire de connaître encore bien des types dont le développement n'a pas été suivi. C'est pour contribuer à cette étude générale que j'ai cru utile de donner les détails qui précèdent;

car ils montrent que sur l'une des espèces les plus fréquentes, les plus faciles à se procurer, il y avait encore des choses curieuses et intéressantes à observer. »

THERMODYNAMIQUE. — *Interprétation mécanique des lois de Dulong et Petit et de Wœstyn sur les chaleurs spécifiques atomiques. Observations présentées à propos des dernières Communications de MM.* N. Lockyer, Dumas *et* Berthelot, *relatives à la nature des éléments des corps;* par M. A. **Ledieu.**

« I. *Rappel des notions fondamentales de la Thermodynamique démontrée directement.* — Appelons

$m, m', \ldots$ les masses des atomes faisant partie d'un corps pondérable;
$a, a', \ldots$ leurs vitesses vibratoires à un même moment;
g l'accélération des graves;
Φ l'énergie potentielle du corps;
I le poids du corps $= \Sigma mg$;
E l'équivalent mécanique de la chaleur.

» D'après les Notes des *Comptes rendus* des 4, 11 et 18 août 1873, extraites de notre « Théorie mécanique de la chaleur démontrée directement », théorie qui, bien entendu, n'est qu'un essai basé sur quelques conceptions nouvelles, nous considérerons, pour le cas de l'équilibre de température et de disposition intérieure de tout corps, les points suivants comme acquis :

» 1° La quantité $\Phi + \frac{\Sigma ma^2}{2}$ spécifie l'énergie calorifique totale du corps considéré exclusivement comme un agrégat d'atomes pondérables, c'est-à-dire abstraction faite de l'éther logé dans ses interstices atomiques, et que nous regardons comme un système étranger. Les atomes se groupent d'ailleurs entre eux pour former des molécules si le corps est composé; de plus, ils doivent être regardés comme des points matériels, ainsi que nous le prouvons dans l'Ouvrage précité, c'est-à-dire que la force vive due à la rotation, si elle existe, de chaque atome autour de son centre de gravité est toujours négligeable.

» 2° Au point de vue de l'équilibre vibratoire des points d'un système matériel, il est rationnel de considérer $\frac{\Sigma ma^2}{2}$ comme caractérisant la tem-

pérature absolue T du système et lui étant proportionnelle. Dès lors, si l'on appelle k un coefficient constant propre à chaque corps supposé homogène, on est toujours libre de poser $\frac{\Sigma ma^2}{2} = k\text{EIT}$.

» 3° Les corps simples, aussi bien *gazeux* que liquides ou solides, sont spécifiés dans notre théorie par la propriété que les atomes, supposés tous de même masse, décrivent des vibrations identiques et de même durée, au moins moyennement. Pour les corps composés, cette propriété appartient aux atomes de même nature et jouant respectivement le même rôle dans la molécule du composé. De plus, dans ce cas, nous admettons que les durées des vibrations non identiques sont commensurables entre elles; et le plus petit multiple commun τ de ces diverses durées forme la durée de ce que nous appelons la *vibration complexe* commune des différentes espèces d'atomes.

» 4° Dans l'hypothèse expresse où la disposition intérieure du corps, c'est-à-dire son état physique et constitutif, ne change pas, nous avons fait voir, dans les *Comptes rendus* du 11 août, que l'énergie potentielle Φ demeure constante, quelle que soit la température T. De cette propriété il résulte que la quantité Φ doit être regardée comme caractérisant la disposition intérieure du corps; dans les gaz parfaits, le travail intérieur étant toujours nul, Φ est sans cesse égal à zéro.

» 5° Groupons ensemble les forces vives de tous les atomes d'une espèce déterminée faisant partie d'un corps composé et jouant respectivement le même rôle dans les molécules de ce corps; et posons, pour chaque espèce d'atomes, $B^2 = \int_t^{t+\tau} a^2 dt$. Nous avons pareillement démontré que, d'après les hypothèses formulées en 3°, on avait

$$(\alpha) \qquad \frac{\Sigma ma^2}{2} = \frac{B^2 \Sigma m}{2} + \frac{B'^2 \Sigma m'}{2} + \ldots = k\text{EIT}.$$

» II. *Des diverses espèces de chaleurs spécifiques.* — D'après les résultats que nous venons de rappeler, et nous reportant, en outre, à l'équation (9) des *Comptes rendus* du 4 août, appliquée à la supposition où le corps est en repos d'ensemble, nous aurons la relation

$$(\beta) \qquad \theta + \text{EQ} = (\Phi_1 - \Phi) + k\text{EI}(T_1 - T).$$

La lettre θ représente le travail des forces mesurables physiquement actionnant le corps, et EQ le travail des forces calorifiques correspondant à

la quantité de chaleur Q positive ou négative qui y est appliquée (*). Ces deux travaux déterminent un changement tant de la disposition intérieure que de la température, changement caractérisé par $(\Phi_1 - \Phi)$ et $(T_1 - T)$.

» Si l'on suppose que la disposition intérieure demeure constante, on aura à la fois $\Phi_1 - \Phi = 0$, et $\theta = 0$. De plus, si l'on prend la différence $T_1 - T = 1$, l'équation (β) devient

$$(\gamma) \qquad Q = kI, \quad \text{soit} \quad k = \frac{Q}{I}.$$

» Le coefficient k représente donc la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température d'un corps, sa disposition intérieure demeurant constante. Ce n'est autre que la *chaleur spécifique absolue* proposée par Clausius. Cette quantité est un élément essentiellement théorique, car on n'a pas, en principe, la possibilité de changer la température d'un corps en maintenant invariable sa disposition intérieure. Ce qu'on peut faire le plus souvent, c'est de maintenir son volume constant, auquel cas θ est *en général* égal à zéro. Nous disons *en général*, car la plupart du temps les forces extérieures mesurables physiquement, se présentant sous forme de pression ou de traction, ne font ressentir leur action directe que sur les atomes situés aux environs de la surface du corps ; et alors, si le corps, bien que sous volume constant, change de disposition intérieure, on admet que les travaux desdites forces dus à ce changement sont négligeables. Cette supposition est acceptable si l'on songe au nombre relativement restreint des atomes attaqués et aux très-petites étendues des déplacements possibles de leurs vibrations. Mais il importe de noter que, si les forces extérieures atteignaient, dans leur action directe, les atomes du corps jusqu'à une certaine profondeur, les travaux en question pourraient prendre une valeur importante.

» Appelons K *la chaleur spécifique sous volume constant;* on tire de l'équa-

(*) Les forces *mesurables physiquement* jouissent de la propriété d'avoir des valeurs déterminées pour leurs travaux relatifs au mouvement d'ensemble et au mouvement de changement de disposition intérieure du corps actionné, tandis que leur travail relatif au mouvement vibratoire est toujours moyennement nul. Pour les forces *calorifiques*, c'est justement le contraire qui a lieu. Il résulte de ces propriétés opposées qu'on peut mesurer les *intensités* mêmes des premières espèces de forces à l'aide d'instruments dynamométriques; mais qu'il n'y a moyen de mesurer que le *travail* des forces calorifiques, en ayant recours à la calorimétrie. Au surplus, les unes et les autres sont des forces moléculaires provenant des actions, sur le corps considéré, de systèmes pondérables voisins, et plus particulièrement de l'éther pour les forces calorifiques.

tion (β), en y faisant $I = 1^{kg}$, $Q = K$ et $T_1 - T = 1$, la relation

$$(\delta) \qquad K = k + \frac{(\Phi_1 - \Phi) - \theta}{E},$$

avec θ généralement nul. La quantité $(\Phi_1 - \Phi)$ est ici la variation de l'énergie potentielle de 1 kilogramme du corps relative au changement de disposition intérieure susceptible d'accompagner la variation de température de T à $T+1$, bien que le volume demeure constant.

» Pour les gaz *parfaits*, nous avons dit plus haut que Φ est sans cesse égal à zéro. L'équation (δ) donne alors $K = k$, si d'ailleurs $\theta = 0$. En d'autres termes, pour ces substances, la chaleur spécifique *absolue* est égale à la chaleur spécifique *sous volume constant*. Mais, pour les autres corps, les deux chaleurs spécifiques dont il s'agit ne sont pas, en général, les mêmes. Ainsi M. Hirn, en s'appuyant sur les lois dont nous allons parler, a déduit des chaleurs spécifiques, sous volume constant, de l'hydrogène et de l'oxygène, que la chaleur spécifique *absolue* de l'eau est égale à $0^{cal},4$. Or la chaleur spécifique de ce liquide *sous volume constant* est très-peu différente de 1. On a donc $K - k =$ environ $0,6 = \frac{\Phi_1 - \Phi}{E}$. Cela prouve que, bien qu'il n'y ait ni variation de volume, ni variation d'état physique du corps, il se produit cependant un changement de disposition intérieure, qui, dans notre théorie, ne saurait consister qu'en une modification, simultanée ou non, de la forme et de la position des trajectoires de vibration des atomes.

» Si l'on appelle K' la *chaleur spécifique sous pression constante*, on tire des équations (β) et (δ)

$$K' = k + \frac{(\Phi'_1 - \Phi) - \theta_1}{E} = K + \frac{(\Phi'_1 - \Phi_1) - (\theta_1 - \theta)}{E}.$$

L'expression $(\Phi'_1 - \Phi_1)$ représente la différence entre l'énergie potentielle Φ'_1 relative à la température $T+1$ pour la nouvelle disposition intérieure, y compris le changement de volume, que prend le corps échauffé sous pression constante, et l'énergie potentielle Φ_1 relative à la même température $T+1$, mais pour le volume primitif du corps, avec un changement possible de disposition intérieure. La quantité $(\theta_1 - \theta)$, de son côté, représente la différence qui existe entre les travaux des forces extérieures mesurables physiquement, suivant que le corps est échauffé sous pression ou sous volume constant.

» III. *Interprétation mécanique de la loi de Dulong et Petit.* — Toutes les considérations précédentes étant admises, appelons

N le nombre d'atomes d'un poids I d'un corps simple;

i le poids atomique, égal à $\frac{I}{N}$.

» La formule (α), appropriée au cas d'un pareil corps, donne

$$\frac{B^2 m N}{2} = k E N i T,$$

d'où

$$T = \frac{m B^2}{2 k E i}.$$

» Pour un autre corps simple à la même température que le premier, on trouverait semblablement

$$T = \frac{m_1 B_1^2}{2 k_1 E i_1},$$

d'où

$$\frac{ki}{k_1 i_1} = \frac{\frac{1}{2} m_1 B_1^2}{\frac{1}{2} m B^2}.$$

» La loi de Dulong et Petit consiste, on le sait, dans une certaine constance, pour les corps simples, de leur *chaleur spécifique atomique vulgaire*, en appelant ainsi le produit du poids atomique par la chaleur spécifique sous pression constante.

» D'après les travaux de MM. Clausius et Hirn, cette loi serait tout à fait rigoureuse en y introduisant les chaleurs spécifiques *absolues* entendues comme nous l'avons expliqué plus haut. Si l'on admet cette manière de voir, on a $ki = k_1 i_1$.

» Il suit de cette égalité que $\frac{1}{2} m B^2 = \frac{1}{2} m_1 B_1^2$, c'est-à-dire que la force vive moyenne vibratoire des atomes est la même pour tous les *corps simples* à la même température, quels que soient leur nature et leur état physique et constitutif.

» IV. *Interprétation mécanique de la loi de Wœstyn.* — Considérons maintenant les corps composés et désignons par

$i, i', \ldots$ les poids des atomes élémentaires de diverses espèces qui se groupent pour constituer les molécules d'un pareil corps;

$m, m', \ldots$ les masses de ces atomes;

$k, k', \ldots$ les chaleurs spécifiques absolues relatives aux corps simples formés respectivement par les atomes de même espèce;

n, n',... le nombre desdits atomes de chaque espèce qui forment chaque molécule;

I le poids atomique du corps composé, c'est-à-dire celui de chacune de ses molécules, poids égal à $ni + n'i' + \ldots$;

K la chaleur spécifique absolue du corps composé.

» On sait qu'il résulte des expériences de M. Neumann, développées par M. Regnault et interprétées à un point de vue général par M. Wœstyn, que, pour beaucoup de corps composés, le produit du poids atomique par la chaleur spécifique sous pression constante, soit sa chaleur spécifique atomique vulgaire, est sensiblement égal à la somme des produits analogues relatifs aux éléments du composé.

» On est en droit d'admettre, par induction avec les résultats des travaux susmentionnés de MM. Clausius et Hirn, que les conclusions des expériences en question seraient plus générales et plus exactes en substituant les chaleurs spécifiques *absolues* aux chaleurs spécifiques sous pression constante.

» En cette conjecture, on aurait la relation

$$(\zeta) \qquad \text{KI} = nki + n'k'i' + \ldots.$$

» Multiplions par ET les deux membres de cette équation et reportons-nous à la définition de la température rappelée au § I, nous obtiendrons

$$(\eta) \qquad \sum \frac{ma^2}{2} = \frac{nm\text{B}^2}{2} + \frac{n'm'\text{B}'^2}{2} + \ldots,$$

$\frac{m\text{B}^2}{2}$, $\frac{m'\text{B}'^2}{2}$ étant les forces vives moyennes vibratoires des diverses espèces d'atomes élémentaires, lorsque chacune de ces espèces forme un corps simple, et que ce corps est considéré à la température T. Par ailleurs l'équation (α) donne

$$(\iota) \qquad \sum \frac{ma^2}{2} = \sum \frac{m\text{B}_1^2}{2} + \sum \frac{m'\text{B}_1'^2}{2} + \ldots,$$

$\frac{m\text{B}_1^2}{2}$, $\frac{m'\text{B}_1'^2}{2}$ étant les forces vives moyennes vibratoires que possèdent réellement les atomes élémentaires dans le corps composé considéré à la température T.

» Examinons l'hypothèse parfaitement plausible, d'après notre manière d'envisager la température, que : *pour chaque valeur déterminée de cette quantité, la force vive vibratoire moyenne de tout atome élémentaire soit la*

même, aussi bien quand cet atome fait partie d'un corps simple que quand il appartient à un corps composé. La relation (ι) se confondrait alors avec la relation (η); et l'équation (ζ), c'est-à-dire la loi de Wœstyn rectifiée, deviendrait une conséquence nécessaire de notre définition mécanique de la température. Mais la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que ladite loi n'entraînerait pas comme corollaire inévitable la constance de la force vive vibratoire moyenne de tout atome élémentaire pour une température donnée. En tout état de cause, cette constance n'implique pas nécessairement que, pour la température donnée, l'atome décrive dans le corps composé une vibration de même durée et de mêmes proportions que dans le corps simple.

» Toutefois, on peut se demander si, pour les gaz simples qui se combinent sans condensation de volume, l'absence de condensation n'est pas due justement à ce que les vibrations des atomes élémentaires conservent la même étendue dans le composé que dans les gaz simples d'où il dérive.

» V. *Combinaison des deux lois précédentes.* — Ces deux lois, regardées comme rigoureuses en y considérant les chaleurs spécifiques *absolues*, conduisent au résultat suivant : *les composés dont la molécule renferme un même nombre d'atomes doivent posséder la même chaleur spécifique atomique absolue*, et *vice versâ*.

» En effet, la loi de Wœstyn rectifiée donne

$$\mathrm{KI} = nki + n'k'i' + \ldots, \quad \mathrm{K_1 I_1} = n_1 k_1 i_1 + n'k'i'_1 + \ldots,$$

d'où l'on tire, d'après la loi de Dulong et Petit,

$$\mathrm{KI} = (n + n' + \ldots)ki, \quad \mathrm{K_1 I_1} = (n_1 + n'_1 + \ldots)ki.$$

Par suite $\mathrm{KI} = \mathrm{K_1 I_1}$, si $n + n' + \ldots = n_1 + n'_1 + \ldots$.

» Si l'on admet *a priori* les deux hypothèses faites dans les §§ III et IV, c'est-à-dire *la constance, pour une température donnée, de la force vive moyenne vibratoire des atomes primaires de même espèce ou non, qu'ils fassent partie d'un corps simple ou d'un corps composé*, le résultat précédent se trouve un corollaire immédiat de cette *double* constance.

» VI. *Conclusions et examen de l'hypothèse que les corps actuellement réputés simples sont décomposables en d'autres éléments.* — Dans ce qui précède, nous avons regardé les corps *simples* comme tels, d'une manière *absolue*, c'est-à-dire que nous avons admis qu'ils étaient formés d'une matière unique, dont les atomes indécomposables décrivaient, pour chaque état

d'équilibre de température et de disposition intérieure, des vibrations identiques et de même durée.

» Si les corps actuellement réputés *simples* pouvaient se décomposer en d'autres éléments de masses différentes ou *non*, décrivant des vibrations qui, au moins dans le cas de masses égales, ne seraient plus identiques ni de même durée, il y aurait lieu de leur appliquer la loi expliquée au § V.

» Cette application, jointe aux interprétations données aux §§ III et IV, conduit, dans notre théorie, aux conclusions suivantes :

» 1° D'après la loi rectifiée de Dulong et Petit, dans les corps simples *absolus*, pour une température donnée, la force vive vibratoire moyenne des atomes est la même; et *vice versâ* la loi dont il s'agit devient une conséquence de cette égalité.

» 2° L'hypothèse de la constance, pour une température donnée, de la force vive moyenne vibratoire d'un atome élémentaire déterminé, que cet atome fasse partie d'un corps simple ou composé, a pour corollaire immédiat la loi de Wœstyn rectifiée.

» L'identité des nombres d'atomes entrant dans les molécules des corps composés qui ont même chaleur spécifique atomique absolue se déduit pareillement de cette hypothèse, combinée avec la loi de Dulong et Petit ou mieux avec l'égalité qui en découle pour les forces vives moyennes vibratoires des différentes espèces d'atomes élémentaires.

» 3° Joignons aux hypothèses précédentes la supposition, conforme à une opinion émise depuis longtemps par M. Dumas, que les corps jusqu'ici réputés simples pourraient cependant être décomposables en d'autres éléments *primaires*, sous l'influence de températures très-exaltées, comme celles de divers astres, ainsi que portent à le croire les dernières recherches spectroscopiques de M. Lockyer, et alors on est conduit à une interprétation intéressante de l'égalité des chaleurs spécifiques atomiques absolues des corps actuellement réputés simples, à savoir : *la molécule de ces corps, représentant leur atome actuel, devrait être composée d'un nombre égal d'atomes primaires ayant même masse ou non.* Les corps composés actuels deviendraient alors des composés complexes, dont la molécule renfermerait un nombre d'atomes plus grand que celui des corps réputés simples et susceptible de varier avec l'espèce du composé. Dans tous les cas, la supposition loisible de l'égalité de masse des atomes primaires n'entraînerait pas la nécessité d'une substance constitutive unique; car, en dehors des masses des atomes, il y a, pour distinguer entre elles deux substances élémentaires, la loi d'action réciproque des atomes, qui influe aussi bien que

la masse même de ceux-ci sur la valeur de l'énergie potentielle ; et nous avons rappelé en 4°, § I, que cette énergie caractérise l'état physique et constitutif de tout corps pour une température donnée.

» Au surplus, la supposition d'une substance constitutive unique est également acceptable; seulement il faudrait alors admettre que les atomes de cette substance, qui composeraient, en nombre déterminé, la molécule d'un corps réputé simple, tout en ayant une même force vive vibratoire moyenne pour une température voulue, décriraient des vibrations possédant respectivement des éléments différents, tels que leurs proportions et leur durée. Ces éléments prendraient d'ailleurs de nouvelles valeurs, lorsque le nombre en question d'atomes uniques primaires viendrait à constituer la molécule d'un autre corps simple actuel. »

M. J. Plateau fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre « Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires. » M. Plateau joint à cet envoi les observations suivantes :

« La révision attentive de l'ensemble des onze Mémoires que j'ai publiés sous le titre de *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse sans pesanteur* m'a permis d'adopter, dans l'Ouvrage dont le titre actuel indique mieux l'objet, une disposition un peu plus méthodique, de rectifier quelques passages, de combler des lacunes et d'introduire des additions qui me paraissent dignes d'intérêt. Je trace les historiques des différents sujets que je traite, historiques que je poursuis jusqu'à la fin de 1869; enfin, dans un dernier paragraphe, j'indique les titres des articles qui ont paru depuis.

» J'ai fait connaître, les physiciens le savent, des procédés au moyen desquels un liquide se comporte comme s'il ne pesait pas. Les figures d'équilibre qui conviendraient à un liquide sans pesanteur, à l'état de repos, et situé dans le vide, sont, on le sait encore, en nombre indéfini; leur surface est à courbure moyenne constante, soit positive, soit négative, soit nulle, et, sous ce point de vue purement mathématique, elles ont fait l'objet des travaux d'un grand nombre de géomètres. Mes procédés donnent une signification physique aux résultats que ces savants ont obtenus, résultats qui semblaient devoir demeurer à l'état de simples spéculations, et toujours l'expérience se montre complétement d'accord avec le calcul. L'étude des formes et des phénomènes que présentent les liquides dans les

conditions toutes spéciales où je les place me paraît constituer une branche nouvelle de la physique expérimentale. Outre le spectacle curieux des figures d'équilibre réalisées sur une grande échelle, elle fournit autant de vérifications qu'on le veut des principes qui servent de base à la théorie de l'action capillaire, et elle conduit à l'explication de plusieurs phénomènes dont on ignorait la cause ou qu'on attribuait à une cause inexacte. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Remarques relatives aux rapports entre les chaleurs spécifiques et les poids atomiques, pour les corps simples et composés;* par M. **A. Pissis.**

(Commissaires : MM. Dumas, Jamin, Berthelot.)

« La loi de Dulong sur les chaleurs spécifiques des corps donne la relation $CP = a$, dans laquelle C et P sont les chaleurs spécifiques et le poids atomique des corps, et a une constante.

» Si, au lieu des quantités de chaleur qui se rapportent à des poids égaux des différents corps, on considère celles qui sont relatives à un même volume, on a

$$\gamma = Cd,$$

γ étant la chaleur spécifique rapportée au volume et d la pesanteur spécifique du corps; on en déduit

$$\gamma = a\frac{d}{P}.$$

Enfin si l'on prend l'hydrogène pour terme de comparaison, en adoptant pour ce corps $d = 1$, $P = 1$, $\gamma = 1$, on a

$$\gamma = \frac{\delta}{P},$$

δ étant la pesanteur spécifique rapportée à l'hydrogène.

» L'expression $\frac{\delta}{P}$ est celle de la densité du corps, c'est-à-dire de la quantité d'atomes contenus dans un même volume; et la loi de Dulong peut alors s'énoncer ainsi : les chaleurs spécifiques des corps sont proportionnelles à leurs densités.

» Afin de vérifier jusqu'à quel point les valeurs de $\frac{\delta}{P}$ s'accordent avec

les résultats de l'observation, j'ai mis en regard, dans le tableau ci-dessous, ces valeurs et celles des chaleurs spécifiques déterminées par M. Regnault, et rapportées au volume par la formule $\gamma = \frac{C\delta}{X}$, X étant la chaleur spécifique de l'hydrogène rapportée au poids et à l'eau, ou X = 3,297. Pour rapporter les densités à l'hydrogène, on a adopté 11173 pour celle de l'eau.

	δ	P	$\frac{\delta}{P}$	γ	$2\frac{\delta}{P}$
Hydrogène...	1	1	1	1	»
Oxygène....	16	16	1	1	»
Azote.......	14	14	1	1	»
Chlore.....	35,5	35,5	1	1	»
Iode........	50255	127	396	825	792
Soufre......	22346	32	698	1405	1396
Phosphore...	19776	31	638	1132	1276
Arsenic.....	64244	75	856	1586	1712
Carbone.....	39105	12	3259	2864	»
Aluminium...	27933	27,5	1016	1848	2032
Zinc........	76660	65	1179	2221	2358
Étain.......	81395	118	690	1388	1380
Cadmium....	96088	112	858	1652	1716
Fer.........	81003	56	1447	2796	2894
Nickel......	92502	59	1568	3108	3136
Cuivre......	99552	63,5	1568	2873	3136
Bismuth.....	109503	210	521	1024	1042
Antimoine...	76645	120	639	1180	1278
Mercure.....	151710	200	759	1535	1518
Plomb......	127875	207	618	1218	1226
Argent......	116950	108	1083	2022	2166
Or..........	215200	197	1092	2117	2184
Platine......	217870	198	1100	2143	2200

» Pour les corps simples gazeux, on a $\gamma = \frac{\delta}{P}$, tandis que, pour les corps solides ou liquides, on a à peu près $\gamma = 2\frac{\delta}{P}$, les différences que l'on observe pouvant être attribuées à ce que la chaleur spécifique d'un même corps varie avec sa température.

» Un composé binaire de la forme $A^m B^n$ peut toujours être considéré comme le résultat de la combinaison de *m* volumes de vapeur de A avec *n* volumes de vapeur de B; dans le cas où il n'y a pas de contraction, le

poids atomique P du composé sera $\frac{mP + nP'}{m+n}$. Lorsque $m = n$, on a

$$P = \frac{P + P'}{2} \quad \text{et} \quad \frac{\delta}{P} = 2\frac{\delta}{P + P'};$$

c'est le cas qui se réalise pour les corps solides ou liquides, et l'on serait ainsi conduit à les considérer comme des composés binaires monoatomiques.

» Si l'on examine maintenant ce qui a lieu pour les corps composés, on voit que quelques-uns se comportent comme des corps simples; ainsi, pour l'oxyde de carbone CO, on a $P = 12$, $P' = 16$, $P + P' = 28$, ce qui donne

$$2\frac{\delta}{P + P'} = 1;$$

la chaleur spécifique déterminée par MM. Laroche et Bérard est $\gamma = 1,1$.

» Dans l'acide carbonique CO^2, on a $P + 2P' = 44$, $m + n = 3$, $\delta = 22$, ce qui donne

$$3\frac{\delta}{P + 2P'} = 1,5;$$

la chaleur spécifique est $\gamma = 1,4$.

» Le chlorure de sodium NaCl, pour lequel on a $P = 58,5$, $m + n = 2$, donne

$$\delta = 21452, \quad 2\frac{\delta}{P} = 1466, \quad \gamma = 1392.$$

» Le chlorure d'argent donne encore le même rapport; on a en effet

$$P = 143,5, \quad m + n = 2, \quad 2\frac{\delta}{P} = 1744, \quad \gamma = 1729.$$

» Les composés ternaires présentent des rapports un peu moins simples; le sulfate de plomb $PbSO^4$ donne

$$m + n = 6, \quad P = \frac{287}{6}, \quad \frac{\delta}{P} = 1374, \quad \gamma = 1862 = \frac{4}{3}\frac{\delta}{P}.$$

» Le sulfate de baryte donne également

$$\frac{\delta}{P} = 1283, \quad \gamma = 1694 = \frac{4}{3}\frac{\delta}{P},$$

tandis que, pour le nitrate de potasse $KAzO^3$, on a

$$\gamma = \frac{3}{2}\frac{\delta}{P}.$$

» Il résulte de ces comparaisons que la condition $\gamma = \frac{\delta}{p}$ est satisfaite à la fois par les corps simples et par un certain nombre de composés binaires, tels que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, qui se comportent en cela comme les gaz simples; la condition $\gamma = 2\frac{\delta}{p}$ se réalise aussi à la fois pour les corps simples solides et un certain nombre de composés binaires, comme le chlorure de sodium et le chlorure d'argent. Les rapports entre les chaleurs spécifiques et les poids atomiques ne fournissent ainsi aucune donnée tendant à établir une différence entre les corps composés et ceux que l'on considère comme simples; ils tendraient plutôt à assimiler ces derniers à des composés binaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'urine ammoniacale, ses dangers et les moyens de les prévenir.* Note de MM. **Gosselin** et **A. Robin**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans les maladies des voies urinaires l'urine devient quelquefois alcaline et ammoniacale par la formation du carbonate d'ammoniaque. Or, absorbé par une plaie de la vessie ou de l'urèthre, c'est-à-dire par d'autres capillaires que ceux du tube digestif, ce carbonate est-il toxique? Pour résoudre ce problème, nous avons fait, sur les lapins et les cochons d'Inde, deux séries d'expériences.

» I. Dans la première, nous avons injecté, sous la peau du dos, du cou et des membres, avec une seringue de Pravaz, des solutions aqueuses de carbonate d'ammoniaque, et nous avons constaté : 1° des accidents convulsifs très-prompts, mais non suivis de mort, après une injection de $0^{gr},90$ dissous dans 5 à 6 grammes d'eau sur des lapins, de $0^{gr},25$ sur des cochons d'Inde; 2° la mort très-rapide après des accidents convulsifs et tétaniques, lorsque la dose était portée à $1^{gr},12$ sur les lapins, à $0^{gr},45$ sur les cochons d'Inde. Ces résultats, confirmatifs de ceux qu'ont obtenus d'autres expérimentateurs et notamment MM. Rosenstein, Béhier et Liouville, dans leurs études sur l'urémie médicale, nous ont déjà montré que le carbonate d'ammoniaque pouvait être absorbé par les plaies et déterminer des accidents.

» II. Dans notre seconde série d'expériences, nous avons pris, au lieu d'une solution aqueuse, une solution urineuse de carbonate d'ammoniaque.

» Nous avons employé d'abord de l'urine humaine normale à laquelle

nous avons ajouté $0^{gr},50$ de carbonate pour 3 et 4 grammes de liquide. Sur quatre lapins, nous avons injecté cette dose sous la peau, en une seule séance. Trois d'entre eux ont été malades et ont eu une élévation de température indiquant la fièvre, puis ils se sont rétablis. Le quatrième a eu la fièvre pendant quatre jours, au bout desquels il a succombé. Sur un cochon d'Inde nous avons injecté 1 gramme d'urine normale, additionné de $0^{gr},15$ de carbonate d'ammoniaque. L'animal a eu le malaise et l'élévation de température indiquant la fièvre, puis il s'est rétabli.

» Nous avons tiré de ces expériences la conclusion, importante pour la clinique, qu'à des doses plus faibles que celles de nos solutions aqueuses le carbonate d'ammoniaque rendait l'urine toxique, mais que les accidents produits, au lieu d'être des phénomènes nerveux, étaient ceux d'une fièvre analogue à celle que, chez l'homme, nous appelons *urineuse*.

» Nous avons ensuite employé comme solution l'urine même d'un de nos malades, le troisième de ceux dont nous parlerons plus loin; cette urine, dont le carbonate d'ammoniaque dosé avec une solution titrée d'acide sulfurique variait de 4 à 6 grammes par litre, se trouvait par conséquent contenir de 4 à 5 milligrammes par gramme. Comme nous ne pouvions injecter en une seule séance la quantité nécessaire pour produire des effets toxiques, nous avons pris le parti de répéter les injections cinq et six fois dans la journée. En agissant ainsi, d'ailleurs, nous mettions les animaux dans une condition analogue à celle de l'homme qui, ayant une plaie à la vessie, peut absorber à tout moment les principes toxiques contenus dans son urine.

» Sur un lapin, nous avons injecté, en vingt-quatre séances, 48 grammes de cette urine ammoniacale par quarante-huit piqûres. Les vingt-quatre séances ont été faites en quatre jours et demi; l'animal a succombé à la fin du cinquième jour, sans avoir eu ni abcès, ni fusées purulentes au niveau des piqûres, sans avoir présenté de convulsions ni de tétanos, mais après avoir eu l'élévation de température, indice de la fièvre.

» Sur un cochon d'Inde, les injections ont été faites les mêmes jours et aux mêmes doses; mais l'animal a succombé dès le troisième jour, après avoir reçu, en deux jours et demi, 28 grammes de la même urine ammoniacale de notre malade, et sans avoir eu autre chose que la fièvre.

» Mais à ces dernières expériences on pourrait faire une objection : la mort n'a-t-elle pas été occasionnée soit par la trop grande quantité de liquide ajoutée rapidement au sang des animaux, soit par l'urine seule qui, à cette dose, serait toxique par elle-même et sans que son altération ammo-

niacale lui ait donné ce caractère? Pour nous renseigner à cet égard, nous avons injecté, les mêmes jours et aux mêmes heures, sur un autre lapin et un autre cochon d'Inde, exactement les mêmes quantités d'urine normale acide de l'homme. Le résultat a dépassé toutes nos prévisions : non-seulement les deux animaux se portaient très-bien au moment où les deux autres soumis à l'injection d'urine ammoniacale succombaient; mais nous avons continué à leur injecter, tous les jours, 8 grammes d'urine normale humaine, et aujourd'hui, 21 décembre, vingt-trois jours après le commencement de l'expérience, la lapin et le cochon d'Inde se portent bien, courent, mangent et n'ont pas apparence d'abcès, mais seulement des callosités au niveau des nombreuses plaies sous-cutanées qui leur ont été faites.

» Une autre objection peut encore être adressée aux résultats donnés par ces injections d'urine ammoniacale : les deux animaux ont succombé, en définitive, après avoir reçu, le lapin une dose de carbonate d'ammoniaque de $0^{gr},25$ à $0^{gr},30$ en quatre jours, le cochon d'Inde une dose de $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ en trois jours. Or, ces doses étant plus faibles que celles des solutions urineuses faites artificiellement par nous-mêmes, nous sommes obligés de nous demander si, chez ce malade, l'urine, qui non-seulement était alcaline, mais présentait une odeur horriblement fétide, ne renfermait pas d'autres matériaux toxiques que le carbonate d'ammoniaque. Il ne nous a pas été possible, jusqu'à présent, d'en donner la démonstration; mais nous continuons nos recherches dans cette direction.

» Nous tirons donc de nos expériences cette simple conclusion, que l'urine ammoniacale de l'homme est toxique pour le lapin et le cochon d'Inde, et qu'absorbée par une solution de continuité des voies urinaires elle serait probablement toxique aussi pour l'homme lui-même.

» De cette notion à des essais de prophylaxie, il n'y avait qu'un pas. Pourquoi ne pas chercher à corriger chez l'homme l'état ammoniacal qui, d'une part, favorise la formation des calculs phosphatiques, et qui, d'autre part, expose aux dangers de l'intoxication en cas de plaie surajoutée? Rayer avait compris que la question ne pouvait être résolue avec les acides minéraux, dont il eût fallu une trop forte dose; mais n'arriverait-on pas avec les acides végétaux? Nous avons pensé tout d'abord à l'acide benzoïque, lequel, d'après les travaux de Ure et de Keller, se transforme rapidement, dans l'économie, en acide hippurique soluble, et est inoffensif. Nous l'avons administré en juin 1873 à deux patients atteints de calcul urinaire. Chez le premier, la taille était indiquée; mais, l'urine étant très-alcaline et ammoniacale, nous ne voulûmes procéder à l'opé-

ration qu'après avoir rendu l'urine au moins neutre, et diminué ainsi les chances d'absorption et d'intoxication par la plaie que nous nous proposions de faire. Au bout de dix-sept jours d'administration de l'acide benzoïque à la dose de 1d 50c et 2 grammes par jour, suspendu dans une potion gommeuse ou dans 1 litre d'eau, à laquelle nous donnions le nom de *limonade benzoïque*, l'urine était redevenue neutre; deux jours après l'opération, le médicament étant continué, l'acidité était revenue; aucun accident fébrile ne survint, et le malade était guéri au bout de vingt-cinq jours.

» Notre autre patient subissait la lithotritie. Après la troisième séance, l'urine devint alcaline et ammoniacale; l'acide benzoïque fut administré à la dose de 2 grammes pendant huit jours, au bout desquels l'acidité avait reparu. L'alcalinité revint après la cinquième séance et disparut de même après neuf jours d'ingestion, toujours par les voies digestives, de l'acide benzoïque; toutes les séances de lithotritie, au nombre de huit, eurent donc lieu dans cette condition favorable de l'acidité des urines.

» Notre troisième malade, atteint d'un rétrécissement ancien de l'urèthre, est celui dont l'urine a déterminé la mort des deux animaux dont nous parlions plus haut, et chez lequel nous avons dû soupçonner la coïncidence, avec le carbonate d'ammoniaque à la dose de 4 à 6 grammes par litre, d'autres matériaux nuisibles dont la nature nous reste inconnue jusqu'à présent. Il est en traitement par la limonade benzoïque depuis vingt jours. Nous avons obtenu une diminution notable, mais non une disparition de l'état ammoniacal; car aujourd'hui l'urine est presque neutre, et nous trouvons environ 1 gramme de carbonate par litre, tandis qu'au début nous en avions trouvé 4, 5 et même 6 grammes. Cette diminution suffit pour nous permettre de croire que l'influence du médicament serait favorable si le malade avait une opération à subir. Nous sommes d'autant plus fondés à le croire, que l'urine ainsi modifiée a pu être injectée pendant six jours de suite à un lapin, à la dose de 5 à 6 grammes par jour, sans déterminer d'accidents, ni la mort, tandis qu'avant l'emploi de l'acide benzoïque l'urine avait tué un lapin en quatre jours.

» Nous présumons, sans pouvoir en être certains, que cet effet de l'acide benzoïque a pu être dû à la transformation du carbonate d'ammoniaque en hippurate d'ammoniaque, lequel est moins toxique pour le lapin et le cochon d'Inde que le carbonate. En effet, avec l'hippurate injecté sur onze lapins à des doses variant de 0gr,15 à 1gr,50, nous n'avons produit ni les

accidents convulsifs, ni la fièvre, ni la mort; sur des cochons d'Inde, il nous a fallu $0^{gr},66$ pour déterminer la mort après convulsions.

» Nous croyons pouvoir tirer des études et des expériences dont nous venons de donner un aperçu rapide les conclusions suivantes :

» 1° L'absorption de l'urine alcaline ammoniacale est possible par les solutions de continuité de la vessie et de l'urèthre, et elle est dangereuse.

» 2° Il y aurait avantage pour les malades à supprimer ou à diminuer l'état ammoniacal;

» 3° L'acide benzoïque, et peut-être d'autres acides végétaux, peuvent conduire à ce résultat.

» 4° L'administration de l'acide benzoïque doit être conseillée pour les sujets atteints de cystite ammoniaco-purulente, et particulièrement pour ceux d'entre eux qui ont à subir des opérations sur les voies urinaires. »

« M. **Pasteur**, à l'occasion de l'intéressante Note de MM. Gosselin et A. Robin, fait observer qu'il y aurait une grande utilité à rechercher si, dans tous les cas, ou dans des cas particuliers, la qualité ammoniacale de l'urine par la présence du carbonate d'ammoniaque n'est pas liée à l'existence d'un ferment organisé, notamment du ferment ammoniacal de l'urine, si bien étudié par M. Van Tieghem, ou de bactéridies, ferments dont les germes seraient apportés de l'extérieur par le canal de l'urèthre, ou par le sang qui aurait pu lui-même prendre ce germe dans quelque partie du corps, par exemple, par une blessure quelconque, ou communication avec le canal intestinal; enfin ce germe, organisé vivant, peut être apporté souvent par une sonde ou par un instrument chirurgical. Que l'opération de la lithotritie soit faite et que, peu de jours après, l'urine devienne ammoniacale, je suis porté à croire qu'il faut en attribuer la cause exclusive aux sondages ou à l'instrument qui a pénétré dans la vessie. Si j'avais l'honneur d'être chirurgien, jamais je n'introduirais dans le corps de l'homme un instrument quelconque sans l'avoir fait passer dans l'eau bouillante et mieux encore dans la flamme tout aussitôt avant l'opération, et refroidi rapidement.

» L'urine peut être rendue alcaline par l'ingestion de diverses substances. La présence du carbonate d'ammoniaque serait l'indice de la fermentation possible et des causes dont je viens de parler. Quant au traitement pour les cas que j'indique, s'ils existent, on peut croire que l'injection d'eau phénique dans la vessie serait très-efficace.

» Enfin, ne peut-on pas se demander si les observations de la Note de MM. Gosselin et A. Robin sur l'empoisonnement d'animaux par l'introduction d'urines ammoniacales ne rentreraient pas dans les faits de septicémie par le développement de quelque ferment? »

AÉROSTATION. — *Sur une ascension du ballon le* Jules-Favre, *en Russie.* Note de M. **W. de Fonvielle**, présentée par M. Janssen. (Extrait par l'auteur).

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Le ballon le *Jules-Favre*, confié à M. Bunelle, ancien aéronaute du siége de Paris, a exécuté, le 2 novembre dernier, une très-intéressante ascension à Karkoff, ville de la Russie méridionale. L'ascension a commencé à $3^h 30^m$ du soir et s'est prolongée jusqu'à minuit. Pendant ces huit heures et demie, le *Jules-Favre* n'a pas parcouru plus de 190 kilomètres à vol d'oiseau, quoique sa direction n'ait pas varié et qu'il ait constamment dévié vers le nord-nord-est. La descente a été effectuée dans une plaine déserte, située sur le territoire de la commune de Grasnaïa, district de Tyne, dans le gouvernement de Koursk, à 90 kilomètres de la station Nicholsky.

» Quoique le ballon le *Jules-Favre* ait déjà exécuté plus de vingt ascensions, en Belgique, en Hollande, en Italie et en Russie, il est dans un très-bon état d'entretien. Pour faire la route, il n'a dépensé que sept sacs de lest, de 16 kilogrammes chacun. La plus grande hauteur atteinte a été de 2700 mètres après le coucher du soleil.

» Le mouvement de la couche d'air allait en s'accélérant à mesure qu'on s'approchait du sol : à 900 mètres, la vitesse était de 35 kilomètres à l'heure; à terre, elle était si grande, que M. Bunelle a été obligé de déchirer son aérostat pour obtenir l'arrêt instantané. Je rapprocherai ce fait des observations de M. Brown, sur l'augmentation des variations barométriques, à mesure qu'on s'approche du niveau de la mer, dans les stations météorologiques de terre ferme.

» La vitesse de translation a été mesurée à l'aide du procédé indiqué par M. Janssen, dans le récit de son ascension du siége. L'ombre du ballon, formée par la Lune, dont la hauteur zénithale était considérable, se détachait très-nettement à la surface du sol, réfléchissant une vive lumière argentée. Pour obtenir la vitesse, il suffisait de compter mentalement le nombre de secondes que ce point noir, très-visible, mettait à franchir des champs

cultivés par des colons militaires, et possédant tous une étendue connue.

» Au coucher du soleil, une pluie de quelque abondance s'est produite dans l'intérieur des nuages. Ayant franchi cette averse, M. Bunelle s'est trouvé dans un ciel magnifique et d'une température très-agréable. La constitution atmosphérique était donc inverse de celle que M. Glaisher a observée dans son ascension opérée en plein jour, le 11 juillet 1863, pendant laquelle les gouttes d'eau augmentaient de volume avec beaucoup de rapidité. La couche d'air, dans laquelle naviguait l'aéronaute anglais, marchait vers le sud, et était d'autant plus chaude qu'elle était voisine du sol; c'est l'inverse qui a eu lieu dans l'ascension de l'aéronaute français. Malheureusement, il ne paraît pas avoir pris des mesures thermométriques permettant d'établir la liaison entre l'accroissement de chaleur et l'accroissement d'altitude. Quelque regrettable que soit cette lacune, je demanderai à l'Académie la permission de m'appuyer sur cette observation pour appeler de nouveau son attention sur l'intérêt qu'il y aurait à suivre une goutte de pluie, pendant toute sa course, depuis la nuée où elle se forme, jusqu'à la terre où elle se précipite, soit qu'elle augmente de volume, soit qu'elle diminue, soit même qu'elle se change en grêle en se solidifiant sous l'action du froid.

» A partir de 5 heures du soir surtout, M. Bunelle a aperçu de nombreuses étoiles filantes, dont il aurait pu indiquer le nombre, la durée, la trajectoire, l'époque, l'éclat, la couleur; mais, en tout cas, aucune de ces étoiles n'a dû être visible des observateurs de terre, qui se sont trouvés dans le cas des personnes qui ont guetté les étoiles filantes pendant les nuits de novembre 1873. N'est-ce point l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur l'intérêt qu'il y aurait à renouveler l'expérience que j'ai faite, en 1867, grâce à la généreuse assistance de M. Henry Giffard? »

M. **W. de Fonvielle** adresse une traduction de la Circulaire publiée par le Comité de l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences*, nommé une seconde fois à Bradford, pour étudier l'efficacité des paratonnerres.

Ce document sera soumis à l'examen de la Commission des Paratonnerres.

M. **Hennequin** adresse une Note relative à l'allongement du fémur dans le traitement de ses fractures par la méthode et l'appareil qui lui sont propres.

(Commissaires : MM. Cloquet, Bouillaud, Sédillot.)

M. R. Guérin adresse des « Observations au sujet des expériences tentées par la Commission de l'Hérault, contre le Phylloxera ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Deladreux adresse une Note relative à divers procédés de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Lettre concernant ses « obturateurs des radiations extrêmes ».

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. J.-F. Dubuc adresse une Note relative aux puits artésiens.

(Renvoi à l'examen de M. Belgrand.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire d'Embryogénie comparée, laissée vacante au Collége de France par le décès de M. Coste.

(Renvoi aux Sections d'Anatomie et Zoologie, de Botanique, et de Médecine et Chirurgie.)

M. N. Lockyer et M. Ed. Roche, nommés Correspondants pour la Section d'Astronomie, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. Germain de Saint-Pierre prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Cl. Gay*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. T. Husnot adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 10e et dernier fascicule des « Mousses de France ».

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Catalogue des Mollusques terrestres et des eaux douces du département de la Haute-Loire et des environs de Paris, par M. *L. Pascal*;

2° Une brochure de M. *A.-F. Pouriau*, intitulée « Commerce du lait destiné à l'alimentation parisienne; fabrication du fromage de gruyère dans l'Yonne »;

3° Le 10ᵉ volume des « Adansonia », recueil d'observations botaniques, rédigé par M. *H. Baillon*. (Cet Ouvrage, présenté par M. Trécul, est renvoyé à la Section de Botanique.)

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant à l'Académie « l'Analyse infinitésimale des courbes planes, de M. l'abbé *Aoust* », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Cet ouvrage fait suite à celui que j'ai déjà publié sous le titre d'*Analyse infinitésimale des courbes tracées sur une surface quelconque*. C'est, comme le premier, un livre de recherches et d'enseignement. La méthode analytique que l'on a suivie a pour but de consacrer ce principe que, dans l'étude d'une courbe, il est plus simple de n'introduire aucun élément étranger à la courbe. Dans cet ordre d'idées, l'usage des *coordonnées naturelles* s'impose de lui-même ; alors les formules générales qui donnent les propriétés de la courbe sont plus laconiques et plus significatives, et en même temps cette analyse permet d'aborder un ordre plus étendu et plus difficile de questions. Je signalerai celles qui ont pu être traitées avec des perfectionnements :

» 1° *La théorie des développées obliques, successives d'un ordre quelconque*. Réaumur, qui le premier a étudié ces courbes, a donné deux formules simples : l'une relative au point de contact, l'autre à l'aire balayée par le rayon oblique; nous donnons des formules nouvelles non moins simples, relatives aux rayons de courbure des développées successives, et à leur rectification, ainsi que les théorèmes de Géométrie qui s'en déduisent.

» 2° *La théorie des développantes obliques successives*. La recherche de ces courbes dépend d'une équation différentielle de l'ordre n quand il s'agit de la développante de cet ordre. Cette question est ramenée à l'intégration de n équations linéaires successives; l'intégrale générale s'obtient sous une forme symétrique par rapport aux angles des rayons obliques, et par suite donne naissance à un théorème intéressant sur les développantes résultant de l'inversion de ces angles.

» 3° *La théorie des roulettes*. Ces courbes, étudiées avec tant de soin à l'aide de procédés géométriques, se prêtent dans notre Analyse à une étude approfondie; le problème inverse des roulettes y est aussi traité, et l'on obtient l'équation élémentaire du lieu des centres instantanés de rotation, soit dans le plan fixe, soit dans le plan mobile, ainsi qu'une relation linéaire entre les rayons de courbure de ces lieux et les rayons de courbure des deux courbes mobiles et des deux courbes fixes qui conduisent le mouvement. Il en résulte des constructions géométriques intéressantes.

» 4° *Une étude des podaires et des caustiques.* Ces lignes ont des relations intimes avec les précédentes; notre Analyse les dévoile, rend les intégrations faciles, en ne les faisant dépendre que d'un seul symbole, et nous conduit en outre à quelques théorèmes analogues à ceux de Steiner et de Lhôpital, sur les quadratures et les rectifications de ces courbes.

» 5° *Une étude des lignes engendrées par le mouvement d'une figure invariable.* Les géomètres modernes se sont occupés avec succès de cette question à l'aide de considérations cynématiques; l'Analyse des coordonnées naturelles s'applique facilement à ce problème, et les formules qu'elle donne sur les tangentes, les centres de courbure, les aires et les arcs sont aussi d'une grande simplicité; la question des mouvements réciproques s'en déduit sans effort et complète tout ce qui intéresse cette question.

» 6° *Une théorie du mouvement d'une figure variable.* Les courbes décrites par les points ou enveloppées par des lignes d'une figure qui se déforme sont des questions difficiles lorsque l'on veut déterminer non-seulement les tangentes, mais encore les rayons de courbure, les arcs et les aires; or il existe entre ces éléments des relations symétriques que notre Analyse nous a fait connaître et qui conduisent à des théorèmes et à des constructions de Géométrie qui ne sont pas sans importance.

» 7° *Une série de recherches sur les courbes conjuguées suivant leurs rayons vecteurs.* Cette question nous conduit à donner les lois de la déformation des figures, les lois des transformations simples et des transformations doubles, et à établir une liaison curieuse entre diverses transformations au moyen d'une courbe *régulatrice.*

» 8° Enfin *une théorie complète des coordonnées curvilignes et des courbes rapportées à un système quelconque de coordonnées.* Cette théorie a été depuis longtemps déduite par nous du principe de la *courbure inclinée,* et, si nous ne nous abusons, elle a été démontrée de la manière la plus simple. Nous avons trouvé par ce moyen un grand nombre de formules nouvelles, et donné aux formules déjà connues une physionomie plus simple. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre qui lui est adressée par M. *A. Poëy*, concernant les « Rapports entre les taches solaires, les tremblements de terre aux Antilles et au Mexique et les éruptions volcaniques sur tout le globe » :

« Dans mes deux lettres précédentes (1), j'ai recherché, sans idée ni théorie préconçues, si les ouragans, les orages et les coups de vent violents sont régis par quelque loi de périodicité; puis si cette périodicité offre un rapport quelconque avec celle des taches solaires.

» Je suis arrivé maintenant aux conclusions suivantes : 1° que les phénomènes de l'atmosphère et de la croûte terrestre s'accumulent généralement par période décennale à la fois autour des maxima et des minima des taches; 2° que parmi ces phénomènes les uns sont plus énergiques aux environs des maxima, et les autres aux environs des minima des taches; 3° que tous les phénomènes, qui dérivent directement ou indirectement de la *chaleur*, se rapprochent des minima, et ceux qui émanent du *froid* se rapprochent des

(1) *Comptes rendus,* t. LXXVII, p. 1222 et 1343; 1873.

maxima des taches; 4° que cette influence des taches solaires se réduit à une simple question de température de laquelle découle, par voie d'évolutions et de transformations équivalentes, l'ensemble de nos phénomènes terrestres; 5° que les tremblements de terre aux Antilles et en Amérique paraissent être presque aussi fréquents et aussi intenses aux périodes maxima et minima des taches solaires.

» M. R. Wolf (1) avait énoncé, d'après une chronique zurichoise pour les années de 1000 à 1800, que les aurores boréales et les tremblements de terre s'accumulent sur les années de taches. M. E. Kluge (2) soutient, au contraire, que dans les années abondantes en taches solaires et où les variations magnétiques sont plus remarquables, les éruptions volcaniques et les tremblements de terre sont aussi plus rares. Ce savant trouve encore dans ces phénomènes une période de onze ans et un neuvième, analogue à celle des taches solaires. M. Wolf paraît être aujourd'hui de l'avis de M. Kluge (3).

» Pour les tremblements de terre aux Antilles, j'ai complété mon Catalogue général de cette localité (4); ceux du Mexique sont tirés de mon Catalogue qui paraîtra prochainement et qui s'étend de l'an 33 de notre ère jusqu'en 1873. Les grandes secousses de la terre ne sont ni locales ni indépendantes les unes des autres; elles s'étendent, comme les ouragans, souvent à des distances considérables de l'équateur aux pôles, ou d'un hémisphère à un autre hémisphère, et généralement sur l'axe des régions volcaniques. Ce sont donc de vraies *tempêtes seismiques*. Les tremblements de terre sont solidaires et synchroniques : par exemple, dans toute l'étendue des Andes, depuis le Chili, à travers le Pérou, l'Équateur, la Nouvelle-Grenade, Vénézuéla et les Antilles à l'est et au centre, puis l'Amérique centrale, le Mexique et la Californie à l'ouest jusqu'au bassin du Mississipi. Il est même probable que cette vaste région est en rapport seismique avec les grandes éruptions volcaniques de l'Europe. Le terrible tremblement de terre de Lisbonne, de 1755, se fit sentir jusqu'aux Antilles, et plusieurs tremblements de terre du Mexique ont coïncidé avec des éruptions de l'Hécla. Cette solidarité des secousses, Monsieur, a donné lieu au rapprochement de M. A. Rojas entre votre beau système pentagonal et les tremblements de terre de l'Amérique.

» Le tableau qui suit embrasse également 786 éruptions volcaniques qui ont eu lieu sur toute la surface du globe de 1749 à 1861, d'après le Catalogue de M. Kluge. On voit de suite que les maxima d'éruptions correspondent aux minima des taches solaires, et les minima aux maxima des taches. Elles ont été toutes accompagnées de recrudescences. Les cas d'éruptions uniques signalées par M. Kluge sont un peu moins nombreux et présentent la même concordance. Les secousses isolées n'offrent point d'intérêt dans le cas actuel, et quant aux convulsions prolongées ou aux forts tremblements de terre on n'a pas assez tenu compte du nombre réel des secousses éprouvées jour et nuit. De crainte de fausser les chiffres

---

(1) *Bern. Naturf. Gesellschaft*; 1852.

(2) *Ueber Synchronismus und Antagonismus von Vulkanischen Eruptionen und die Beziehungen Derselben zu den Sonnenflecken und Erdmagnetischen Variationen.* Leipzig. In-8 de 102 p., 1 pl.; 1863.

(3) *Mittheilungen über die Sonnenflecken*. Zurich, t. XVIII, p. 230-233; 1860-1866.

(4) *Annuaire de la Société météorologique de France*, t. V, p. 75-127, 227-252; 1857.

et les déductions, j'ai préféré me limiter aux périodes de convulsions plus ou moins intenses, dans une même localité ou dans plusieurs à la fois, dont le nombre de secousses était trop considérable pour être numériquement apprécié. Je désigne ces périodes sous le nom de *Tempêtes seismiques*. Je distingue en outre leur nombre, leur énergie et leur étendue par les lettres initiales suivantes : P. plusieurs, N. nombreuses, T. N. très-nombreuses, F. fortes, E. étendues.

» Le tableau offre pour les Antilles, 38 tempêtes seismiques, dont 17 se rapprochent des maxima des taches solaires et 17 des minima; restent 4 autres (1846, 1851, 1852 et 1853) qui se trouvent à égale distance entre les maxima et les minima des taches. Dans les périodes maxima nous avons 8 cas de P., 1 cas de N., 2 cas de T. N., 3 cas P. F., 1 cas de F. et 2 cas de T. N. F. Dans les périodes minima, on a presque le même rapport : 6 cas de P., 3 cas de N., 3 cas de T. N., 1 cas de P. F., 1 cas de P. E., 2 cas de T. N. F. et 1 cas de T. N. F. E. Pour le Mexique, sur 32 tempêtes seismiques, 16 sont du côté des maxima et 13 du côté des minima; 3 cas (1820, 1851 et 1852) entre 2 périodes de taches. Dans les périodes maxima, 5 cas de P., 4 cas de N., 4 cas de T. N., 1 cas de T. N. F. et 1 cas de P. F. E. Dans les minima, 5 cas de P., 1 cas de N., 2 cas de T. N., 1 cas de T. N. F., 2 cas de P. E., 1 cas de P. F. et 1 cas de F. E. Les périodes de tempêtes qui manquent aux Antilles apparaissent au Mexique comme celles de 1776, 1806, 1834-1835, 1860.

» Les tempêtes seismiques des Antilles ont principalement parcouru les localités suivantes : en 1692, Port-Royal (Jamaïque) fut détruit; en 1693, la Havane et Jamaïque; en 1727, Martinique; en 1750, Jamaïque; en 1751, Saint-Domingue; en 1757, Cuba et Barbade; en 1765, Saint-Domingue; en 1766, toutes les petites et les grandes Antilles, à la suite du tremblement de terre qui renversa Cumana; en 1767, Martinique et Surinam; en 1770 et 1771, Saint-Domingue; en 1780, Savanna-la-Mar (Jamaïque) fut ruiné; en 1781, à la Jamaïque; en 1784, Saint-Domingue, terrible à Arequipa, les districts de Cumana et Maquiqua détruits; en 1789, Port-au-Prince; en 1797, depuis le fameux tremblement de Jacunga, Ambato, Rio-Bamba, Quito, etc., du 4 au 20 février, secousses dans toutes les Antilles pendant huit mois, jusqu'à l'éruption du volcan de la Guadeloupe du 27 septembre; en 1802, dans les petites Antilles, après le tremblement de terre de Cumana; en 1811 et 1812, aux petites et grandes Antilles, lors du grand tremblement de terre qui renversa Caracas le 26 mars; en 1817, Martinique; en 1824 et 1825, toutes les Antilles, depuis l'île de Trinidad jusqu'à Cuba; en 1829, Jamaïque et Martinique; en 1837, petites Antilles; en 1839, Martinique et petites Antilles; en 1842, 1843, 1844 et 1846, toutes les Antilles, surtout les petites et la Pointe-à-Pître en 1843; en 1848 et 1849, Dominique et les petites Antilles; de 1851 à 1855, surtout en 1852, toutes les Antilles et remarquable à Cuba par le grand nombre de secousses; en 1867, Saint-Thomas et petites Antilles; en 1868, grandes Antilles. C'est la dernière tempête seismique correspondant au dernier minimum des taches, de même que la dernière de 1870 au Mexique correspond au dernier maximum des taches. Ce tremblement fut éprouvé du 10 au 13 mai, depuis les Antilles, le Mexique, les États-Unis jusqu'au Japon. Maintenant, des trois grandes tempêtes seismiques des Andes, en 1828, en 1848 et en 1868, à des intervalles de vingt années, les deux premières correspondent aux maxima des taches et la dernière à un minimum.

» Dans l'intervalle des longues périodes de taches comme celles de 9,5 ans de durée, du maximum de 1789,0 au minimum de 1798,5, les éruptions volcaniques éprouvent une

Périodes maxima et minima des taches solaires, des tremblements de terre aux Antilles et au Mexique, et des éruptions volcaniques sur tout le globe.

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
+1634	1634		N.		
	1692	T.N.F.			
+1693	1693	T.N.			
−1712	1712		F.E.		
+1727,5	1727	N.			
	1749			4	
+1750,0	1750	P.		4	−12
	1751	T.N.		4	
	1752			3	6
	1753			3	
	1754			5	
−1755,5	1785			4	+17
	1756			8	
	1757	T.N.		5	
	1758			1	10
	1759		T.N.	4	
	1760			2	
+1761,5	1761			5	−11
	1762			4	
	1763			4	8
	1764			4	
	1765	N.		2	
−1766,5	1766	T.N.F.		8	+16
	1767	P.		6	
	1768			2	
+1769,9	1769			0	− 7
	1770	T.N.F,		5	
	1771	P.		2	
	1772			8	11
	1773			1	

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
	1774			6	
−1775,8	1775			5	+14
	1776		T.N.F.	3	
	1777			2	2
	1778			3	
+1779,5	1779			2	−10
	1780	P.F.		5	
	1781	P.		3	4
	1782			1	
	1783		T.N.	9	
−1784,8	1784	P.	P.	4	+19
	1785			6	
	1786			8	16
	1787		N.	8	
	1788		T.N.	3	
+1789,0	1789	F.	T.N.	3	−11
	1790		P.	5	
	1791		P.	2	
	2792			4	
	1793			14	35
	1794			3	
	1795		P.F.	5	
	1796			7	
	1797	T.N.		8	
−1798,5	1798			5	+19
	1799			6	
	1800			6	
	1801			2	12
	1802	P.		4	
	1803			4	
+1804,0	1804			6	16
	1805			6	

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique		
	1806		T.N.F.	8	
	1807			2	16
	1808			6	
	1809		P.	4	
−1810,5	1810			3	11
	1811	T.N.	P.	4	
	1812	N.		5	
	1813			2	14
	1814			7	
	1815			3	
+1816,8	1816			5	−14
	1817	P.	N.	6	
	1818			7	
	1819			6	22
	1820		P.	10	
	1821			9	
	1822			22	
−1823,2	1823			9	+44
	1824	P.F.		13	
	1825	P.		11	
	1826			5	28
	1827			12	
	1828			14	
+1829,5	1829	P.	P.	7	−35
	1830			14	
	1831			9	9
	1832			16	
−1833,8	1833			8	28
	1834		P.E.	4	
	1835		P.E.	28	28

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
	1836			9	
+1837,2	1837	P.	T.N.	7	22
	1838		P.	6	
	1839	P.	N.	5	
	1840			6	25
	1841			5	
	1842	P.E.		9	
	1843	T.N.F E.		18	
−1844,0	1844	N.		8	+43
	1845		N.	17	
	1846	P.		15	15
	1847		P.F.E.	19	
+1848,6	1848	P.		11	−41
	1849	P.		11	
	1850			10	
	1851	N.	P.	8	
	1852	T.N.F.	T.N.	29	72
	1853	P.		9	
	1854	P.	P.	16	
	1855	P.	P.	22	
−1856,2	1856			17	+60
	1857			21	
	1858			9	9
	1859			11	
+1860,2	1860		P.	5	−22
	1861			6	
	1862		P. } Guatemala.		
	1863		P. } Guatemala.	786	
−1867,2	1867	T.N.F.			
	1868	P.	T.N.		
+1870,7	1870		T.N.F.		

Sur trente-huit tempêtes seismiques aux Antilles, dix-sept se rapprochent des maxima des taches solaires et dix-sept des minima. Celles de 1846, 1851, 1852 et 1853 se trouvent presque à égale distance entre deux périodes de taches.

Sur trente-deux tempêtes seismique au Mexique, seize sont du côté des maxima et treize du côté des minima; celles de 1820, 1851 et 1852, entre deux périodes de taches.

Les maxima des éruptions volcaniques correspondent aux minima des taches et *vice versâ*.

P, plusieurs secousses; N, nombreuses; T. N., très-nombreuses; F., fortes; E, étendues.

recrudescence de 14 cas, en 1793. J'avais déjà signalé un second maximum de 20 cas d'orages à Paris, en 1794, ainsi qu'un léger maximum, en 1792, pour les ouragans aux Antilles. La recrudescence des éruptions volcaniques en 1852 (autre période de 7,6 ans, de 1848,6 à 1856,2) coïncide également avec de très-nombreuses secousses aux Antilles, au Mexique et en Californie. La tempête seismique, pour ainsi dire, se fit sentir dès 1842, devint désastreuse en 1843 à la Guadeloupe et atteignit le maximum des secousses en 1852, aux Antilles et au Mexique, et disparut en 1857 en Californie, après de fortes secousses d'une grande étendue. Mon tableau des orages à Paris offre aussi deux maxima de 17 cas, précisément en 1852 et 1853. Ces coïncidences sont-elles casuelles ou fortuites? M. Kluge avait déjà remarqué l'abondance seismique de l'année 1852, qu'il considère extraordinaire à cause des oscillations surprenantes des taches solaires, bien que le chiffre proportionnel de 52,2 de M. Wolf soit très-ordinaire. »

» Théoriquement, on peut concevoir que les maxima de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques devraient correspondre aux minima des taches solaires; mais, d'après les nombreux cas américains que j'ai analysés, les convulsions seismiques sembleraient s'accumuler presque en égale proportion sur les maxima et les minima des taches.

GÉOMÉTRIE. — *Recherche des conditions pour qu'une conique ait, avec une courbe donnée, un contact d'ordre déterminé.* Note de M. PAINVIN, présentée par M. Chasles.

« 1. Dans un premier Mémoire *On the conic of five-pointic contact at any point of a plane curve* (*Philosophical Transactions*, vol. CXLIX, p. 371-400; année 1859), M. Cayley détermina l'équation de la conique osculatrice (c'est-à-dire de la conique ayant un contact du quatrième ordre) en un point quelconque d'une courbe plane; M. G. Salmon avait déjà résolu cette question pour le cas d'une courbe du troisième ordre (*Philosophical Transactions*, p. 535; 1858). Dans un second Mémoire *On the sextatic points of a plane curve* (*Philosophical Transactions*, vol. CLV, p. 545 à 579; année 1865), M. Cayley revient sur ce problème, et détermine les points d'une courbe plane pour lesquels la conique a un contact du cinquième ordre; il établit que ces points sont sur une courbe de l'ordre $(12m - 27)$ dont il donne l'équation. Les calculs développés par M. Cayley ont certainement une grande élégance; mais ils sont fort longs, et l'introduction d'un assez grand nombre de notations symboliques en rend la lecture un peu pénible lorsqu'on veut les suivre dans tous leurs détails. Les deux Mémoires cités comprennent ensemble soixante-cinq pages.

» Je me suis proposé de reprendre cette question par des procédés beaucoup plus élémentaires; la seule notation symbolique que j'emploie est celle qui sert dans l'étude des polaires et qu'on utilise depuis longtemps

dans le Calcul différentiel. Pour trouver la conique ayant un contact d'ordre déterminé en un point M_0 d'une courbe donnée, je prends d'abord, comme l'ont fait MM. Salmon et Cayley, une conique quelconque tangente en M_0 à la conique polaire de ce point; puis je détermine l'*équation des droites* qui passent par le point M_0 et par les points d'intersection de cette conique avec la courbe. M. Cayley ne se sert pas de cette équation; il exprime directement que six points consécutifs de la courbe appartiennent à la conique.

» Je suis arrivé, par une voie très-simple, à former *explicitement* l'équation du système de droites, et à écrire ainsi les conditions qui doivent être remplies pour que la conique ait un contact *d'ordre quelconque* avec la courbe : c'est là le résultat nouveau que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. La méthode que j'ai suivie consiste à rapporter la courbe à trois droites, dont l'une est la tangente en M_0; l'autre est la corde qui passe par les points où la conique, qui doit être osculatrice, rencontre la conique polaire du point M_0; la troisième droite est arbitraire et assujettie seulement à passer par le point M_0.

» La forme sous laquelle se présentent les relations cherchées se prête aisément aux interprétations géométriques, comme on le verra dans cette première Partie de ma Communication, où j'applique mes formules aux courbes du troisième ordre.

» 2. Supposons la courbe donnée, d'ordre m, représentée par l'équation

$$\varphi(x, y, z) = 0;$$

désignons par x_0, y_0, z_0 les coordonnées du point où la conique doit avoir un contact d'ordre déterminé; par x_1, y_1, z_1 celles du point où la tangente en M_0 est rencontrée par la corde commune à la conique osculatrice et à la conique polaire du point M_0; par x, y, z celles d'un *point quelconque* de la corde commune.

» Après avoir posé

$$(1) \quad \begin{cases} [k]P^k = \left(x\dfrac{d\varphi}{dx_0} + y\dfrac{d\varphi}{dy_0} + z\dfrac{d\varphi}{dz_0}\right)^k, \\ [k]P_1^k = \left(x_1\dfrac{d\varphi}{dx_0} + y_1\dfrac{d\varphi}{dy_0} + z_1\dfrac{d\varphi}{dz_0}\right)^k, \\ [k]\Delta^k F_1 = \left(x\dfrac{dF}{dx_1} + y\dfrac{dF}{dy_1} + z\dfrac{dF}{dz_1}\right)^k, \quad [k] = 1.2.3\ldots k; \end{cases}$$

$$(2) \qquad R_p = P_1^p (P_1^2)^{m-p},$$

l'ÉQUATION DES $(2m-3)$ SÉCANTES, *passant par le point* (x_0, y_0, z_0) *où la conique rencontre déjà la courbe en trois points confondus, et par les* $(2m-3)$ *autres points d'intersection distincts de* M_0, est

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &-Y^{2m-3}\Delta^0R_3 + XY^{2m-4}(P^1\Delta^0R_4 - \Delta^1R_3)\\ &+X^2Y^{2m-5}[-(P^1)^2\Delta^0R_5 + P^1\Delta^1R_4 - \Delta^2R_3]\\ &+X^3Y^{2m-6}[(P^1)^3\Delta^0R_6 - (P^1)^2\Delta^1R_5 + P^1\Delta^2R_4 - \Delta^3R_3]\\ &+X^4Y^{2m-7}[-(P^1)^4\Delta^0R_7 + (P_1)^3\Delta^1R_6\\ &\qquad\qquad - (P_1)^2\Delta^2R_5 + P^1\Delta^3R_4 - \Delta^4R_3]\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} = 0;$$

$X=0$ est l'équation de la tangente en M_0; $Y=0$ est celle d'une droite quelconque passant par le point M_0.

» *Remarque I.* — Les seconds membres des égalités (1) désignent des opérations symboliques; cette notation est parfaitement connue. Le second membre de l'égalité (2) désigne le produit de la quantité P_1^p par la *puissance effective* $(m-p)^{ième}$ de la quantité P_1^2.

» *Remarque II.* — Il ne faut pas perdre de vue la signification des notations suivantes :

$$(4)\qquad \Delta^0P_1^i = P_1^i, \quad \Delta^iP_1 = P^i;$$

puis la relation

$$(5)\qquad \Delta^k(P_1^2)^p = 0, \quad \text{lorsque} \quad 2p < k;$$

ainsi que la formule de transformation

$$(6)\quad \Delta^k(U_1V_1) = \Delta^kU_1\Delta^0V_1 + \Delta^{k-1}U_1\Delta^1V_1 + \Delta^{k-2}U_1\Delta^2V_1 + \ldots + \Delta^0U_1\Delta^kV_1.$$

III. Pour exprimer que la conique a 4, 5, 6, 7,... points d'intersection confondus en M_0, il faudra annuler les coefficients de $X^0, X^1, X^2, X^3, \ldots$; on aura ainsi des équations qui contiennent les trois groupes de coordonnées

$$x_0, y_0, z_0; \quad x_1, y_1, z_1; \quad x, y, z.$$

La première relation, obtenue en égalant à zéro le terme indépendant de X, ne contient que x_1, y_1, z_1 (nous n'avons pas à nous préoccuper de x_0, y_0, z_0, qui sont supposés connus); elle détermine x_1, y_1, z_1. On sait que ce sont les coordonnées du point de rencontre de la tangente en M_0 avec la droite polaire de M_0 par rapport à la hessienne de la courbe donnée : c'est chose facile à démontrer.

» La deuxième relation, obtenue en égalant à zéro le coefficient de X, renferme x, y, z; c'est une relation entre les coordonnées d'un point quelconque de la corde commune à la conique polaire de M_0 et à la conique osculatrice; cette condition est

(7) $$P^1 \Delta^0 R_4 - \Delta^1 R_3 = 0.$$

» Les autres relations, obtenues en égalant à zéro les coefficients des autres puissances successives de X, suivant qu'on veut que l'ordre du contact soit plus ou moins élevé, renfermeront toutes x, y, z (x_0, y_0, z_0; x_1, y_1, z_1 sont maintenant des quantités connues); il faudra que ces relations soient vérifiées par toutes les valeurs de x, y, z, qui satisfont à la relation (7), c'est-à-dire que le premier membre de chacune de ces relations devra être divisible par le premier membre de l'équation (7).

» 3. *Application aux courbes du troisième ordre.* — Dans le cas des courbes du troisième ordre, l'équation (3) devient

(1°) $$P_1^3 Y^3 + \Delta^1 P_1^3 X Y^2 + \Delta^2 P_1^3 X^2 Y + P^3 X^3 = 0,$$

et l'on a, en outre,

(2°) $$P^3 = \varphi.$$

Pour que la conique rencontre la courbe φ en six points confondus, c'est-à-dire ait avec elle un contact du cinquième ordre, on a à satisfaire aux trois conditions :

(3°) $$\left\{\begin{array}{l} \varphi(x_1, y_1, z_1) = 0, \\ \Delta^1 P_1^3 = x \dfrac{d\varphi}{dx_1} + y \dfrac{d\varphi}{dy_1} + z \dfrac{d\varphi}{dz_1} = 0, \\ \Delta^2 P_1^3 = \left(x \dfrac{d\varphi}{dx_1} + y \dfrac{d\varphi}{dy_1} + z \dfrac{d\varphi}{dz_1} \right)^2 = 0. \end{array}\right.$$

» La première égalité exprime que le point (x_1, y_1, z_1) est sur la courbe; la deuxième équation, qui est celle de la corde commune, définit la tangente à cette courbe en (x_1, y_1, z_1). La dernière des équations (3°) est celle de la conique polaire du point (x_1, y_1, z_1) par rapport à la courbe φ; or cette équation doit être vérifiée par toutes les valeurs de x, y, z qui satisfont à la deuxième des équations (3°), ce qui revient à dire que la conique polaire du point (x_1, y_1, z_1) se réduit à deux droites dont l'une est la tangente en (x_1, y_1, z_1); ce point est donc un point d'inflexion pour la courbe proposée. Nous avons ainsi les propriétés suivantes, dont la plupart sont connues :

» *Les points d'une courbe φ du troisième ordre (cubique), en lesquels une conique peut avoir un contact du cinquième ordre, sont ceux pour lesquels la tangente passe par un des points d'inflexion de la courbe; la corde commune à la conique surosculatrice et à la conique polaire de son point de contact est la tangente au point d'inflexion correspondant. De chaque point d'inflexion on peut mener trois tangentes à la courbe φ, ce qui donnera les points de contact de trois coniques osculatrices; la corde commune à ces trois coniques et à la polaire conique correspondante est la même.*

» *Il y a, en tout, vingt-sept coniques ayant avec la cubique un contact du cinquième ordre; parmi ces coniques, neuf au plus, trois au moins sont réelles.*

» *Lorsque la cubique est de quatrième classe, il n'y a plus que trois coniques ayant un contact du cinquième ordre; il n'y en a plus lorsque la cubique est de troisième classe.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse aux remarques de M.* Faye *sur les trombes terrestres et solaires;* par M. **Th. Reye.**

« M. Faye a bien reconnu, il est vrai, que « ma théorie des taches solaires échappe désormais à son objection »; mais il a vivement combattu ma théorie des trombes, fondement même de mon explication des taches.

» Dans une première Note (1), M. Faye essaye de démontrer que les trombes sont toujours descendantes et non ascendantes; il appuie sa démonstration, dite *par l'absurde*, sur un dessin de la trombe de Königswinter. Il est regrettable que la description parfaite qu'en a donnée M. von Rath (2) prouve, d'une manière évidente, que cette trombe était ascendante et non descendante; que l'air y affluait de toutes parts vers la base, pour monter ensuite, tandis que, au centre de la base, l'air était raréfié (3).

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 17 novembre 1873, t. LXXVII, p. 1122-1130.

(2) Voir Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, t. CIV, p. 631-640.

(3) Au commencement, la trombe de Königswinter était formée par une colonne de poussière, qui s'élevait à une hauteur de 2000 pieds, et, quoi qu'en dise M. Faye, il est impossible d'admettre que cette poussière soit descendue des nuages. Lorsque la trombe atteignit le Rhin, l'eau écumante du fleuve se souleva sur une superficie de vingt pas de diamètre et jaillit jusqu'à 20 ou 30 pieds, en décrivant une sorte de couronne. L'intérieur de ce cercle s'élevait en forme de bouclier couvert d'écume et ressemblait à une île plate.

Après avoir traversé le Rhin, la trombe se transforma de nouveau en une colonne de poussière, qui surpassait en hauteur le Drachenfels (850 pieds). Elle marqua son passage à travers les moissons, par une longue traînée d'épis abattus; or, au milieu de la traînée, cor-

» En présence des faits cités dans cette description, la démonstration par l'absurde de M. Faye est évidemment inadmissible. L'ingénieux savant a oublié que l'air affluant à la base d'une trombe est transparent, et partant invisible, et que les dessins des trombes ne nous montrent que leurs parties intérieures, rendues visibles par de la poussière ou du brouillard.

» Tout le monde sait que, dès l'abord, MM. Secchi et Respighi ont vigoureusement attaqué la nouvelle théorie des taches solaires proposée par M. Faye, et que ce dernier leur a toujours opposé l'analogie des cyclones et des trombes terrestres. Les deux éminents spectroscopistes italiens n'ont pas encore changé d'opinion, et aucun autre astronome distingué ne s'est approprié la théorie de M. Faye. Cela n'empêche pas M. Faye de répondre à M. Tarry, et aux autres météorologistes qui nient cette prétendue analogie, que ses notions concernant les trombes, et spécialement leur mouvement descendant, « sont parfaitement établies pour le Soleil ».

» Dans une seconde Note (1), M. Faye essaye de tourner en ridicule mon explication des trombes; il y parvient en interprétant d'une manière très-exclusive quelques-uns des faits d'observation cités par moi, et en omettant tous ceux qui m'ont conduit à ma théorie de ces phénomènes. Par exemple, ce n'est pas moi, mais M. Faye qui dit que « tous les caractères » des trombes se retrouvent dans la trombe de Hainichen »; mais, au point de vue météorologique, la trombe de Königswinter est beaucoup plus importante, attendu qu'à Hainichen l'attention s'était concentrée presque exclusivement sur les effets mécaniques de la trombe.

» J'ai constaté que le calme de l'atmosphère précède très-souvent les trombes, et que dans le Catalogue de Peltier, sur trente-trois trombes, il y en a vingt qui sont notées *calme*, le plus souvent *calme complet* ou *calme autour*. Personne n'ira dire que ce calme règne tout près de la trombe, même là où

---

respondant au centre de la base de la trombe, les épis gisaient dans la direction suivie par la colonne; sur les côtés, ils étaient tournés vers le milieu.

Quand la trombe repassa le Rhin, à sa partie inférieure, formée d'écume et de brouillard, se joignait une corne blanche qui s'était abaissée des nuages. Sur l'autre rive du Rhin, cette masse d'écume se détacha du sol et s'éleva vers les nuages, suivie d'une colonne sombre de poussière et de sable, dont elle était distinctement séparée par une ligne horizontale. A la fin du phénomène, on observa que toute la colonne se séparait du sol et que les matières soulevées montaient dans la partie supérieure de la trombe, qui avait la forme d'un entonnoir. Pendant la pluie torrentielle et la grêle qui suivirent immédiatement la trombe, il tomba, sur un vaisseau, des fleurs et des épis.

(1) *Comptes rendus*, 1er décembre 1873, t. LXXVII, p. 1256-1264.

les arbres les plus forts sont abattus par la violence du météore. M. Faye, qui donne cette interprétation singulière à l'expression de Peltier, paraît oublier que son explication des trombes serait, ainsi que la mienne, en contradiction avec un tel fait. Il m'accordera peut-être qu'un *calme complet* peut régner avant et après l'apparition de la trombe, et un *calme autour* à une distance assez grande, en comparaison au diamètre de la trombe.

» M. Faye a passé sous silence tous les faits qui montrent que les trombes sont ordinairement ascendantes; j'essayerai de combler cette lacune.

» On a de nombreux exemples de trombes qui, par des canaux comparativement étroits, soulèvent la poussière et le sable du sol vers le ciel (1). M. Faye soutient (2) que « jamais une trombe ne fait passer des corps légers » par son canal, comme l'ont cru tant de témoins ».

» M. Faye passe sous silence le fait remarquable que, dans tous les cas où le baromètre a été observé dans une trombe, il a accusé un très-fort abaissement, comme dans l'intérieur des cyclones. A Rouen, par exemple, le baromètre marquait $757^{mm},25$ à midi, le 19 août 1845; vers 1 heure, il ne marquait plus que $740^{mm},91$, et vers $1^h 15^m$ la trombe de Monville-Malaunay renversa à l'Houlme, situé à 8 kilomètres de Rouen, une sécherie et déracina 180 gros arbres (3). Or, à la différence observée de $16^{mm},34$, correspond la vitesse énorme de 59 mètres par seconde, avec laquelle l'air

---

(1) Dans les déserts d'Afrique, Bruce observait « des colonnes de sable d'une hauteur étonnante qui se mouvaient tantôt très-vite, tantôt avec une lenteur majestueuse ». Sur le Gange, Stephenson a fréquemment remarqué de semblables colonnes de sable, qui tourbillonnaient rapidement et dont quelques-unes, mesurant un diamètre de 12 pieds, montaient jusqu'aux nuages. Au Mexique, Lyons observa des colonnes de poussière qui s'avançaient lentement et auxquelles il attribue la hauteur à 200 à 300 pieds. Aux Indes-Orientales, Fyers a vu des colonnes de sable qui avaient un diamètre de 18 pieds et une hauteur de plusieurs centaines de pieds. Humboldt (*Tableaux de la nature*, t. I, p. 43, traduction de Eyriès; Paris, 1808) donne la description suivante des tourbillons observés par lui dans les Landes et les déserts de l'Amérique du sud : « Pareil à une vapeur, le sable s'élève au milieu du tourbillon raréfié et peut être chargé d'électricité, tel qu'une nuée en forme d'entonnoir, dont la pointe glisse sur la terre, et semblable à la trombe bruyante redoutée du navigateur expérimenté ». Au sujet des colonnes de poussière qui, en Australie, renversent fréquemment les tentes des orpailleurs, Thomas Belt nous raconte que « la poussière et les feuilles arrachées rendent distinctement visible leur mouvement ascendant en spirales. Elles s'élèvent à une hauteur considérable au-dessus des nuages de poussière qui en entourent les pieds ».

(2) *Comptes rendus*, 1er décembre 1873, t. LXXVII, p. 1263.

(3) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 498, 1845.

environnant devait affluer au centre de dépression. Telle est l'explication que j'ai donnée du fait que, dans beaucoup de trombes, l'air afflue de tous côtés; c'est en vain que M. Faye essaye de la tourner en ridicule (1).

» Selon M. Faye, « une trombe est évidemment une sorte de machine, » un appareil de transmission de la force, fonctionnant régulièrement, » comme un axe qui tourne en portant à son extrémité un outil prêt à agir » sur tout obstacle qu'on lui présente »; mais il ne nous dit pas par quelle force est produit le prétendu courant descendant qui forme l'axe de son appareil « fort étonnant sans doute ». Enfin, il ne nous donne aucune réponse aux questions suivantes :

» 1° Pourquoi cette machine travaille-t-elle presque exclusivement en été et pendant les journées chaudes, surtout dans les déserts brûlants?

» 2° Pourquoi agit-elle de préférence quand l'air est calme, ou que le vent est léger et régulier?

» 3° Pourquoi la pression de l'atmosphère s'abaisse-t-elle à sa base, au lieu d'augmenter?

---

(1) Dans la route rectiligne parcourue par la trombe de Monville-Malaunay, Pouillet (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 548; 1845) distingue trois bandes parallèles. Dans la bande centrale, beaucoup de pommiers séculaires étaient arrachés avec une force épouvantable, enlevés et transportés à 50 mètres de distance; à droite et à gauche, dans les deux bandes latérales, les arbres étaient seulement brisés ou déracinés, et couchés dans des directions opposées l'une à l'autre, et convergeant vers la bande centrale. D'après le Rapport de M. Nell de Bréauté (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 494; 1845), c'est vers $12^h 35^m$ que cette trombe a détruit trois filatures à Monville, situé à 15 kilomètres de Rouen. M. Nell écrit : « Notre pays (de la Chapelle, près de Dieppe), aux distances de 24 à 38 kilomètres de Monville, est couvert de débris provenant des trois filatures : ardoises, planches, pièces de charpente mêlées de coton, etc.; la grande majorité de ces débris tombait de $12^h 45^m$ à 1 heure. » Parmi ces débris se trouvait une planche de $1^m,4$ de longueur sur $0^m,12$ de largeur et $0^m,01$ d'épaisseur, qui tombait d'une hauteur telle, qu'à première vue, « elle ne paraissait pas plus grosse qu'un petit brin de paille. Des planches beaucoup plus fortes se trouvent en assez grande quantité entre Forey et Saint-Nicolas (distance moyenne de Monville, 34 kilomètres); de plus, des feuilles de papier, qui paraissent être la liste des ouvriers des fabriques ».

Dans le tornado de Natchez (le 7 mai 1840), qui occasionna la mort de trois cent dix-sept hommes, le baromètre tomba subitement de 3 millimètres. Nous devons à M. Reid le rapport d'une trombe qui, le 21 mai 1836, sur l'Euphrate, fit couler le bateau à vapeur le *Tigris*. A travers le désert s'avançait un nuage dense et noir; il consistait en masses de poussière rouge qui s'élevaient vers une nuée assez basse et qui s'en précipitaient ensuite dans des torrents de pluie. Pendant l'orage, le baromètre s'abaissa de 5 millimètres.

» 4° Pourquoi, malgré l'impétueux courant descendant, la poussière et les objets légers s'élèvent-ils ordinairement à l'intérieur des trombes?

» 5° Pourquoi les arbres arrachés et les épis abattus sont-ils couchés dans des directions convergeant vers la base de la trombe?

» Tous ces faits d'observation, qui sont en contradiction avec la théorie de M. Faye, s'expliquent suffisamment dans la mienne, qui s'applique également aux cas très-rares des trombes descendantes.

» J'annoncerai, en terminant, que je n'ai pas l'intention de continuer cette discussion. Dans mon Ouvrage sur les cyclones, tornados et trombes, j'ai développé mes idées concernant ces météores; c'est à cet Ouvrage que je préfère renvoyer. »

M. **Faye**, à la suite de cette lecture, fait les remarques suivantes :

« Je suis frappé de rencontrer, dans la lettre du Dr Reye, le reproche d'avoir tourné en ridicule sa théorie. Si j'avais eu cette intention, au lieu de citer avec éloge et de traduire avec soin d'excellents passages de son livre, j'aurais cité et traduit les pages 12-14, qui prêteraient quelque peu à une innocente plaisanterie. Mais il est vrai, et je ne m'en défends pas, que j'ai tâché d'en faire voir les défauts; et, comme il s'agit d'une question fort singulière par elle-même, celle de savoir si le mouvement gyratoire de l'air dans les trombes est ascendant ou descendant, l'opposition des deux opinions est telle, que celle des deux qui est fausse doit conduire, il faut bien l'avouer, aux plus bizarres conséquences.

» Je n'ai donc pas manqué de rappeler en passant la déception des témoins oculaires qui, croyant avoir *vu les trombes pomper l'eau de la mer et les nuages se gonfler peu à peu de ce singulier tribut*, s'attendaient à recevoir de l'eau salée en guise d'averse et se hâtaient de goûter l'eau de pluie, ou bien la persuasion non moins singulière de ceux qui, ramassant sur le sol, après le passage d'une trombe en plein été, des branches et des feuilles couvertes de givre, croyaient qu'elles avaient été enlevées jusque dans la région des nuages glacés. J'espère ne pas avoir pour cela tourné en ridicule d'honorables et même de savants observateurs, mais j'ai voulu mettre en plein relief : 1° un trait caractéristique du phénomène, celui qui produit si puissamment l'illusion susdite; 2° la stricte obligation qui nous est imposée de n'accepter, du moins au titre décisif de témoignage *de visu*, que les assertions exemptes d'appréciations personnelles.

» De même, j'ai dû insister vivement sur cette conséquence forcée de la théorie du Dr Reye, à savoir que ses courants horizontaux concentriques

doivent se relever brusquement au centre, par un coude bien étrange, pour s'élancer verticalement par l'étroite ouverture de la trombe, et, comme celle-ci marche parfois aussi vite qu'une locomotive en pleine vitesse, *au sein du calme des régions inférieures*, je notais que les courants doivent s'arranger pour converger avec la même vitesse (malgré *le calme autour* des témoins), exactement vers cet anneau mobile et le suivre dans sa course dévastatrice. C'est de la discussion sérieuse et rien de plus. Si le Dr Reye y trouve quelque chose de bizarre, ce n'est pas moi qui l'y ai mis.

» Reste le mot de démonstration *par l'absurde*. Il ne s'applique nullement à la théorie de M. Reye que je trouve inexacte, mais non absurde. Ce mot caractérise, tout le monde le sait, et spécialement le Dr Reye qui a fait un livre sur la Géométrie de position, le mode de démonstration tout seul. J'en ai rappelé le nom géométrique, justement parce qu'il est rare de trouver en Physique l'occasion d'utiliser ce genre d'argument. Il faut pour cela qu'une question puisse être ramenée à des termes d'une excessive simplicité. Or j'y ai réussi pour les trombes, et je tiens ma démonstration pour tout aussi valable que celle d'une proposition de Géométrie par le même procédé. M. Reye lui oppose aujourd'hui que les trombes sont invisibles par le pied. Cela peut arriver; les dessins si intéressants que le commandant Mouchez nous présentait récemment montrent que l'extrémité inférieure peut devenir transparente. La trombe existe néanmoins, mais ce n'est pas là le cas ordinaire. La figure sur laquelle j'ai basé mon raisonnement est précisément celle de la trombe de Königswinter, dont M. Reye veut se faire un argument. Je l'ai prise, ou plutôt je l'ai *calquée* moi-même sur son livre, ainsi que l'auteur peut s'en assurer en superposant le croquis des *Comptes rendus* à sa propre esquisse.

» D'ailleurs, que la trombe soit ou non transparente au pied, elle agit toujours de la même manière : elle fouette l'eau en tous sens, elle la fait bouillonner et la projette autour d'elle en écume. Alors j'ai demandé à M. Reye ce que deviennent, à ce moment, ces courants horizontaux convergents qui doivent se relever brusquement pour se précipiter dans le tube plus ou moins vertical de la trombe ; et, pour mieux faire ressortir l'argument, j'ai pris la forme *per absurdum*, en montrant qu'à mesure que l'orifice de la trombe se rapproche du sol la masse d'air qui s'y engage doit diminuer, et par suite l'énergie de la trombe diminue aussi; qu'au moment où elle touche le sol ou l'eau cette masse d'air ascendante qui alimente la trombe par cet orifice doit être nulle, et qu'avec elle par consé-

quent doit disparaître toute puissance mécanique. Or c'est justement à ce moment que la trombe manifeste son énergie, qu'elle produit ses ravages. Certes, je ne trouverai pas mauvais que, dans cette discussion, MM. les astronomes et physiciens italiens ou allemands emploient le même mode de démonstration à l'égard de ma théorie, s'ils en trouvent le moyen. La réduire *ad absurdum* sera la meilleure manière de m'y faire renoncer et d'écarter enfin des idées que personne, pour cela, n'aura voulu traiter d'absurdes.

» Quant au peu d'adhésion que ces idées auraient rencontré chez les astronomes étrangers, je suis plus patient que M. le Dr Reye, et je l'ajourne simplement à un an ou deux : il en jugera peut-être alors tout autrement. La question n'est pas si facile; elle est très-complexe, puisqu'il s'agit de phénomènes multiples que les uns étudient par des mesures de précision et l'analyse mathématique, d'autres avec l'analyse spectrale, d'autres avec leur imagination. Il faut attendre que ces derniers se convainquent enfin, à leurs dépens, qu'on ne devine pas la nature. Il faut attendre que, parmi les deuxièmes, quelques-uns veuillent bien ne pas se borner au seul emploi du spectroscope et considérer un peu le côté mécanique du phénomène. Il faut attendre enfin que, parmi les premiers, quelques-uns veuillent bien accorder un coup d'œil à la grande face physique du problème. Il faut du temps pour tout cela. En attendant, je continuerai à faire ce qui est en mon faible pouvoir pour hâter les adhésions qui me manquent encore, mais qui ont parfois manqué plus longtemps à de plus importantes vérités. Je tâcherai donc de répondre à quelques-unes des questions bien difficiles, je le reconnais, que M. Reye me pose tout en déclarant qu'il ne veut pas poursuivre cette discussion. Car moi, je n'y renonce pas; je compte la continuer dès que mes obligations actuelles me le permettront. »

PHYSIQUE. — *Sur la période variable, à la fermeture du circuit voltaïque. Réponse à M.* Blaserna. Note de M. **A. Cazin**, présentée par M. Jamin.

« Il y a, dans la Communication que j'ai faite à l'Académie le 14 juillet dernier, deux résultats principaux, qu'il est utile de distinguer pour préciser la question en litige :

» 1° Lorsque l'intervalle de dérivation change de place dans le circuit, qu'il est formé par une partie rectiligne ou par une partie enroulée en spi-

rale, l'effet galvanométrique observé n'est pas le même; il est une fonction du temps, essentiellement différente dans les deux cas.

» Ce résultat, n'étant pas contesté, est hors de cause.

» Il conduit à l'objection que j'ai faite à la méthode de M. Blaserna : cette méthode peut bien faire connaître l'état de la portion du circuit formée par le galvanomètre ; mais les courbes qui se rapportent à cette portion ne me paraissent pas devoir convenir aux autres portions du circuit. M. Blaserna admet, je crois, cette conclusion : les courbes sinueuses qu'il obtient, dans chaque série d'expériences, représentent seulement ce qu'il a observé dans la portion galvanométrique de son circuit, et il ne faudrait pas les regarder comme représentant l'état général du circuit entier. C'est à cause de cela que je ne crois pas que sa méthode puisse servir à découvrir la loi des variations du potentiel en un point quelconque du circuit.

» 2° Les courbes ayant pour ordonnées les différences de potentiel moyen aux points de dérivation, et pour abscisses les époques où la dérivation s'accomplit, n'ont pas de sinuosités ; lorsque l'intervalle de dérivation est enroulé en spirale, l'ordonnée passe seulement par un maximum. C'est sur les conséquences que l'on peut tirer de cette observation que doit porter la discussion.

» M. Blaserna cite une expérience qu'il a faite sur les courants dérivés. Cette citation donne lieu aux remarques suivantes :

» En premier lieu, l'expérience dont il s'agit (*Journal des Sciences naturelles de Palerme*, t. VI, 1870, § XXIV, p. 101 du Mémoire de l'auteur) n'est pas relative à la période variable de fermeture du circuit principal, la seule dont il soit question : elle concerne l'établissement d'un courant dérivé, lorsque l'état permanent a été atteint dans le circuit principal. La série VII^a *bis*, qui représente cette expérience, fait connaître $\int_0^t idt$ dans la branche de dérivation, pour 15 valeurs de t variant de $0^s,000323$ à $0^s,002196$. On peut dire qu'elle se rapporte à la portion de circuit dérivé, constituée par le galvanomètre, et elle ne me semble pas comparable aux expériences que j'ai décrites; car, dans celles-ci, une dérivation de durée constante est établie à diverses époques, pendant la période variable de fermeture du circuit principal. Je n'ai trouvé dans le Mémoire italien aucune expérience faite dans les conditions où j'étais placé.

» Mon savant contradicteur fait un calcul qui reproduit une courbe analogue à la mienne, en partant de la série VII^a *bis* que je viens de citer. Si ce calcul a seulement pour but de montrer une analogie entre deux

sortes d'expériences, distinctes d'ailleurs, je l'accepte volontiers; mais puisque M. Blaserna dit, à la suite de ce calcul, que c'est bien le phénomène décrit par moi, je crains qu'il ne m'ait pas compris.

» En second lieu, M. Blaserna pense que ma méthode est quinze ou vingt fois moins précise que la sienne; et, en effet, le calcul dont je viens de parler offre ceci d'intéressant, que la courbe des i, calculée d'après les aires $\int i dt$, présente des sinuosités ou un simple maximum, suivant la largeur des aires partielles qu'on introduit dans le calcul. Le meilleur moyen de répondre à cette objection est de citer de nouveaux faits.

» J'ai substitué à la lame de dérivation de mon appareil, ayant primitivement 2 millimètres d'épaisseur, une nouvelle lame d'un quart de millimètre, par conséquent huit fois moins épaisse que la première. La durée du contact de dérivation a été réduite de cette façon à $\frac{1}{20000}$ de seconde, valeur inférieure à la durée des oscillations calculées par M. Blaserna. L'appareil est un peu plus difficile à régler que précédemment; mais les résultats sont les mêmes. Je les rapporterai avec détail dans un Mémoire qui doit paraître prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» S'il y a des oscillations du potentiel en chaque point du circuit, leur période serait, dans les circonstances où j'ai opéré, inférieure à $\frac{1}{20000}$ de seconde, et elles n'auraient pas le caractère de celles qu'a décrites le savant italien.

» On voit déjà que j'ai rendu mon appareil huit fois plus sensible. On peut accroître sa sensibilité en augmentant la hauteur de chute. Un appareil de 4 mètres serait aussi sensible que celui de M. Blaserna. Les déviations que j'ai observées ont dépassé 20 degrés, avec une pile de 40 éléments de Bunsen et un galvanomètre ordinaire. On peut donc réduire encore la durée du contact de dérivation, sans craindre de rendre l'effet inappréciable. . . . .

» Si l'on considère que M. Blaserna et moi, nous étions placés dans des circonstances très-différentes, que le nombre des éléments de la pile était toujours considérable dans mes expériences, petit dans les siennes, on ne doit pas se hâter de conclure qu'il y a désaccord entre nous. Les dernières observations que j'ai communiquées à l'Académie (10 novembre 1873) sont favorables à l'idée du mouvement électrique vibratoire; mais, si la durée de la vibration est au-dessous d'une certaine limite, cette vibration échappe à toutes les méthodes expérimentales employées jusqu'à ce jour.

» L'appareil dont j'ai fait usage a été construit particulièrement pour

mesurer la durée totale de la période variable de fermeture. A ce point de vue, j'espère que les physiciens le trouveront très-commode et suffisamment précis; quant au mode d'établissement du courant, cet appareil ne peut évidemment faire connaître qu'un état moyen; les données expérimentales qu'il est capable de fournir n'en auront pas moins leur utilité. »

CHIMIE. — *Sur les conditions de la formation du borax octaédrique.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Pasteur.

« Depuis les observations de MM. Payen, de Robiquet et Pellerin, on sait que le borax peut former avec l'eau deux hydrates contenant, l'un 5 équivalents et cristallisant en octaèdres réguliers, l'autre 10 équivalents et cristallisant en prismes rhomboïdaux obliques. On admet communément que les cristaux à 5 HO constituent une forme du borax stable seulement à une température relativement élevée, et que le sel à 10 HO est la forme stable à basse température, assimilant ainsi les deux variétés de borax aux formes dimorphiques du soufre, des acides arsénieux et antimonieux, etc. *A priori,* une pareille assimilation n'a pas de raison d'être, puisqu'il s'agit ici de deux corps ayant une constitution différente; mais on l'a étayée sur ce fait que la solution concentrée de borax donnait par refroidissement, jusqu'à 56 degrés par exemple, d'autant plus de borax octaédrique qu'elle avait été plus longtemps soumise à l'influence d'une température élevée. La chaleur déterminerait ainsi, dans la dissolution, la transformation moléculaire qui produirait le borax octaédrique.

» Le fait d'une transformation de ce genre, dans les substances qui présentent le dimorphisme, est assez fréquent pour qu'on l'ait admis dans ce cas différent sans en contrôler sérieusement l'exactitude; je vais indiquer sommairement quelques expériences qui établissent que les solutions de borax ne subissent pas la modification dont il s'agit lorsqu'on les chauffe pendant un temps quelconque et que les phénomènes auxquels elles donnent lieu ne présentent pas la complication qu'on leur avait attribuée.

» Lorsqu'on dissout du borax dans l'eau, en dépassant peu la saturation, la solution reste sursaturée et se conserve indéfiniment liquide, à la température ordinaire, dans un ballon de verre dont le col, maintenu incliné, ne permet pas aux poussières cristallines disséminées par l'opérateur de rencontrer le liquide. Vient-on à le toucher avec une parcelle de borax prismatique, l'excès de sel dissous se dépose rapidement sous forme de cristaux prismatiques.

» Si la solution est très-concentrée, si elle contient par exemple à 12 degrés plus de 1,5 de sel pour 2 d'eau distillée, si, de plus, elle est conservée à l'abri des poussières de borax, elle abandonne peu à peu spontanément des cristaux octaédriques qui restent transparents au milieu de la solution, laquelle est encore assez riche en sel pour être sursaturée, et l'on pourrait y faire naître des cristaux prismatiques par le contact d'une parcelle à 10 équivalents d'eau.

» Ce dépôt de cristaux octaédriques, dont l'abondance dépend de la concentration du liquide, s'effectue à toutes les températures pendant le refroidissement, même à 8 degrés; le poids de ce dépôt est le même dans les solutions que l'on a soumises à une ébullition de plusieurs heures (sans perte d'eau) et dans celles dont l'ébullition n'a duré qu'une minute.

» De plus, si, par évaporation dans le vide, on concentre la solution, elle abandonne peu à peu, sous forme de cristaux octaédriques, tout le sel qu'elle contient.

» Il en est de même lorsqu'on fait à froid une solution de borax avec un grand excès d'eau, pour éviter les parcelles non dissoutes, et qu'on la concentre peu à peu dans le vide sec à une température de 10 à 12 degrés; tout le sel se dépose ainsi en octaèdres sans résidu.

» Ainsi les formes octaédrique et prismatique que présente le borax peuvent s'obtenir toutes deux à basse température, la première spontanément et par le refroidissement d'une solution chaude ou l'évaporation à froid d'une solution étendue : sa production est analogue à celle des cristaux de $NaOSO^3 + 7HO$ dans les solutions concentrées de sulfate de soude; l'autre ne se produit dans les solutions sursaturées qu'au contact d'un cristal prismatique, comme les cristaux de $NaOSO^3 + 10HO$, qui ne se forment qu'au contact d'un cristal de cette substance ou d'un corps isomorphe. C'est un cas particulier d'un phénomène dont j'ai signalé depuis longtemps la généralité, et il n'y a pas lieu d'attribuer à l'action prolongée de la chaleur sur la solution de borax un effet d'une nature particulière.

» D'après cela, l'explication des faits observés sur le borax est des plus simples. La température de 56 degrés qu'on a indiquée comme limite inférieure à la production du borax octaédrique n'est, en réalité, qu'une température voisine de la limite supérieure à laquelle on peut observer la production du borax prismatique, car le sel perd une partie de son eau à cette température.

» De plus, si les cristaux octaédriques abandonnés à l'air des fabriques

ou des laboratoires y deviennent peu à peu d'un blanc opaque et semblent s'effleurir, cela tient à ce que l'eau mère interposée entre les assises cristallines est, en réalité, sursaturée, c'est-à-dire contient plus de borax qu'elle ne dissoudrait de sel à 10 équivalents à cette température, mais plus assez pour déposer du sel à 5 équivalents; par suite, l'arrivée d'une parcelle prismatique produit dans cette eau mère des cristaux interposés d'une forme et d'un indice de réfraction différents : il en résulte une tache blanche qui envahit graduellement la masse entière.

» Je me suis du reste assuré que des cristaux octaédriques transparents, obtenus dans le vide sec par une évaporation prolongée pendant un mois, sont restés plusieurs jours parfaitement limpides dans l'air saturé d'humidité.

» Quant à l'augmentation de la quantité de borax octaédrique déposée par suite d'une ébullition prolongée, augmentation que plusieurs chimistes ont signalée, elle tient sans doute à ce qu'on aura négligé de retenir dans l'appareil toute la vapeur d'eau dégagée pendant l'ébullition; il en sera résulté une solution plus concentrée qui devait abandonner, par le refroidissement, une plus grande quantité de borax octaédrique. »

GÉOLOGIE. — *Constitution géologique des îles voisines du littoral de l'Afrique, du Maroc à la Tunisie.* Mémoire de M. Ch. Vélain, présenté par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait par l'auteur.)

« Le commandant Mouchez, chargé de faire l'hydrographie des côtes de l'Algérie, ayant manifesté le désir de prendre à son bord un géologue qui pût compléter par des études géologiques le tracé des côtes, qu'il devait terminer cette année, M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu, au mois de mai dernier, solliciter près de M. le Ministre de la Marine mon embarquement à bord du *Narval*, sur la recommandation bienveillante de MM. de Lacaze-Duthiers, Hébert et Daubrée. Qu'il me soit permis de remercier vivement ici M. le commandant Mouchez, dont je ne saurais trop exalter le dévouement à la science, pour le soin qu'il a pris de rendre ma tâche plus facile en mettant sans cesse à ma disposition toutes les ressources du bord. Je dois remercier au même titre tous les officiers du *Narval*, dont je n'oublierai jamais l'accueil empressé.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les cartes géologiques des différentes îles de la Méditerranée voisines du littoral, comprises entre le cap del Agua (Maroc) et le cap Negro (Tunisie), en les

accompagnant du résumé succinct des observations que j'ai pu faire sur chacune d'elles.

» *Iles Zafarines.* — Ces îles, au nombre de trois : île du Roi, île Isabelle, île du Congrès, sont situées au nord du cap del Agua, à 3000 mètres environ de la côte marocaine ; elles sont petites et très-rapprochées l'une de l'autre. Le gouvernement espagnol a fait établir un pénitencier sur l'île Isabelle et s'apprêtait à fortifier celle du Congrès, la plus élevée des trois (145 mètres). Ces îles sont essentiellement formées d'un trachyte granitoïde d'aspect violacé, très-feldspathique, avec larges paillettes hexagonales de mica bronzé; elles sont en grande partie recouvertes par des travertins rougeâtres, tantôt compactes, tantôt faiblement agrégés et renfermant de nombreux *Helix*, parmi lesquels je citerai, comme plus abondants : *Helix abrolena*, Bourg. C.-C.; *H. pisana*, Müller ; *H. xanthodon*, Anton.; *H. Lucasi*, Desh., et deux belles espèces nouvelles voisines de ce dernier. Sur ces îles vivent maintenant les *Helix xanthodon* et *soluta*, Mich. : la première de ces deux espèces est surtout en telle abondance, qu'en certains points les îles dénudées du Roi et du Congrès paraissent toutes blanches. Je n'ai pu trouver un seul *H. zafarina*, Beck. Cette espèce, qui y a été souvent citée, pourrait bien avoir été confondue avec les grandes variétés de l'*H. xanthodon*. Je ne fais aujourd'hui que citer ces faits sans les commenter, me réservant d'y revenir quand j'aurai montré que les mêmes travertins à *Helix*, d'origine relativement récente, prennent sur la côte un grand développement; je pourrai alors préciser l'époque à laquelle ces îles ont été séparées du continent.

» La dernière de ces îles à l'ouest, l'île du Congrès, présente à son extrémité nord un puissant massif de phonolithe porphyrique rougeâtre, avec cristaux allongés de ryacolithe et d'amphibole, dont l'éruption paraît postérieure à celle des trachytes.

» *Ile Rachsgoün.* — Cette île est située sur la côte d'Algérie, à l'ouest du cap Oussa, à 2100 mètres environ de l'embouchure de la Tafna. Elle se compose d'un basalte gris compacte, qui forme, sur la côte voisine, des terres hautes à l'est de la Tafna ; ce basalte est accompagné de scories volcaniques et de pouzzolanes rougeâtres, dont l'exploitation, commencée autrefois pour les constructions sous-marines du port d'Oran, a déjà été signalée par M. Ville. Ces scories renferment des amas de pyroxène augite décomposé et de gros cristaux, roulés de feldspath orthose vitreux, fort remarquables (1).

(1) Les collections géologiques du Muséum possédaient déjà une série des minéraux et des roches de cette île, recueillis par M. le Dr Guyon.

A l'extrémité sud de l'île se trouvent des dépôts quaternaires très-puissants (25 à 30 mètres), qui vont se terminer en biseau vers l'extrémité opposée de l'île ; ce sont d'abord des travertins gris, empâtant de nombreux débris de roches volcaniques sous-jacentes, passant à des tufs rougeâtres et remplis de coquilles terrestres : *Bulimus decollatus* et *pupa*, *Cyclostoma sulcatum*, *Helix soluta*, *Lucasi*, *punctata*, *aspersa* et *euphorca;* toutes ces espèces sont actuellement vivantes en Algérie. Puis viennent au-dessus des couches plus sableuses, grises ou jaunâtres, sans fossiles (8 à 10 mètres) et de nouveaux tufs à *Helix* très-fossilifères : la faune y est la même que précédemment, avec cette seule différence que l'*H. punctata* est remplacée par l'*H. lactea*. Dans ces deux assises l'*H. euphorca,* Bourg., est de beaucoup la plus abondante; cette espèce habite maintenant les parties centrales de la Tunisie et le sud de la province de Constantine. C'est une preuve de plus de l'existence d'une faune littorale au delà de l'Atlas, vers le Sahara.

» M. Bourguignat a cité, d'après M. Deshayes, la plupart des espèces précédentes comme vivant actuellement sur l'île; je n'y ai vu que l'*Helix Pisana*, Müller, qui y est extrêmement abondante.

» *Iles Habibas.* — Situées au nord, à 63 degrés ouest du cap Sigalle, à une grande distance de terre, elles constituent un groupe d'îles très-découpées, environnées d'un grand nombre de roches isolées et toutes alignées du nord-est au sud-ouest. Ce sont encore des îles formées de roches éruptives, mais bien différentes des précédentes; elles sont dues à des éruptions sous-marines qui ont fourni des porphyres trachytiques siliceux (sanidophyres molaires), des roches vertes serpentineuses particulières, appartenant encore à un type trachytique, mais dont les éléments repris par les eaux ont pris une apparence sédimentaire. Ces trachytes ont tous été plus ou moins modifiés par des émanations acides; ils sont surtout silicifiés au point d'être transformés en véritables meulières, et présentent tous la plus grande analogie avec ceux si classiques de l'île de Milo (Archipel). L'île principale présente, en outre, sur ces roches éruptives, des marnes gypsifères assez épaisses. J'ai commencé l'étude microscopique de toutes ces roches, et j'en donnerai prochainement le résultat.

« *Ile Plane.* — Ce n'est, à proprement parler, qu'un récif très-découpé, situé entre les caps Falcon et Lindlés, en face de la plaine des Andalouses. Il est formé de calcaires marmoréens et de dolomies ferrugineuses non stratifiés, pénétrés de nombreux filons de quartz et de fer oligiste. Ces calcaires et dolomies couronnent les schistes satinés du cap Falcon, et se retrouvent sur de nombreux points du littoral de la province d'Oran. Ce

sont des roches métamorphiques de l'époque jurassique; elles ont été pénétrées par des émanations volcaniques qui y ont amené, postérieurement à leur dépôt, du fer oligiste.

» *La Galite.* — Cette dernière forme, à 40 kilomètres environ du cap Serrat, sur la côte de Tunis, une terre assez importante, flanquée, au sud-ouest et au nord-est, de deux groupes d'îlots qui se nomment, les premiers *Galitons de l'ouest*, et les seconds *Canis;* elle s'élève à une altitude moyenne de 300 mètres et se termine à l'est par un pic de 350 mètres, qui s'infléchit brusquement vers la mer sous une pente de 47 degrés. Deux baies assez profondes, qui la découpent au nord et au sud, lui donnent la forme générale d'un T.

» Toute la charpente de cette île est encore constituée par des roches éruptives, mais qui ne se relient en aucune façon à la côte voisine; elle se compose surtout de roches trachytiques particulières ayant la plus grande analogie avec les andésites de l'Équateur et les porphyres bleus de l'Esterel. Ces roches ont relevé, en les modifiant, des couches sédimentaires, calcaires noirs, psammites, schistes argileux et grès, qui occupent la partie centrale et le versant nord-ouest de l'île; elles sont absolument sans fossiles. L'extrémité nord-est de la Galite et les Canis sont formés d'un trachyte porphyroïde gris, riche en quartz, avec beaux cristaux d'orthose vitreux, mica noir hexagonal et de nombreux grenats almandins. Cette roche avait été remarquée par M. Renou (1), et décrite par lui comme granite avec albite et mica noir; elle est postérieure aux dépôts sédimentaires jurassiques précédemment cités; c'est, par conséquent, une erreur qu'il importe de rectifier. Ce trachyte remarquable est adossé à une roche massive noire, très-dense, qui montre au microscope un feldspath strié du sixième système avec du pyroxène augite, et qui paraît devoir se ranger, soit dans les trachy-dolérites de M. Abich, soit dans les dolérites vraies; elle est antérieure au trachyte et renferme également de nombreux grenats. Enfin, l'extrémité nord-ouest de la Galite, son versant sud-ouest, ainsi que les Galitons, sont formés de différentes variétés de roches trachytiques à feldspath triclinique, tantôt amphibolifères et syénitiques, tantôt compactes et adélogènes, prenant alors une apparence de protogynes, ou bien encore passant au feldspath grenu. Je me propose de faire une étude complète de ces dernières roches et d'établir leur âge relatif.

» Sur les dépôts sédimentaires et même sur une partie des roches érup-

(1) Renou, *Géologie de l'Algérie*, p. 62; 1848.

tives du nord-est, on remarque des tufs calcaires rougeâtres d'origine récente, qui renferment quelques coquilles terrestres; de ces tufs sourdent, toute l'année, plusieurs sources assez abondantes, dont la température moyenne est de 17°,2. Dans les deux baies précédemment citées, on voit des dépôts arénacés quaternaires, qui se retrouvent sur la côte de Tunis et surtout dans les environs de la Calle. J'y ai recueilli à l'état subfossile les espèces suivantes : *Helix aspersa*, Müller; *H. kabyliana*, Debeaux; *H. vermiculata*, Müller; *H. Berlieri*, Morelet; *Bulimus pupa*, Brug. La faune actuelle est bien différente et se compose surtout des *Helix lauta*, Lowe, nombreuses variétés; *H. terrestris*, Chemnitz, var. *elatior; H. lanuginosa*, Chemnitz, et *Cyclostoma mamillaris*, Lamarck. Ces deux dernières espèces n'étaient jusqu'à présent connues que dans les provinces d'Alger et d'Oran. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une faune carbonifère marine, découverte aux environs de l'Ardoisière, dans la vallée du Sichon (Forez).* Note de M. **Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La véritable position, dans l'échelle des terrains, du lambeau de transition qui constitue le bassin du Sichon, dans la chaîne montagneuse du Forez, n'a pas été jusqu'ici fixée avec certitude. Dans les environs de l'Ardoisière, près de Cusset, et loin des porphyres, ce terrain se compose d'une série puissante d'assises de grès, de calcaire argileux coloré en rouge par l'oxyde de fer, de poudingues très-durs, à noyaux de schiste, de lydienne et de quartz, enfin de schistes ardoisiers bleuâtres, très-fissiles, dont l'exploitation a été jadis tentée sans succès. Ce vaste ensemble de couches, disloqué sur le pourtour du bassin par les porphyres, et dont les allures ne s'observent bien que dans la partie axiale, est dirigé à quelques degrés près de l'est à l'ouest et plonge, sous une très-forte inclinaison, vers le nord. Il se prolonge par une série d'ondulations, dans la partie supérieure du bassin, jusqu'à Ferrières et au delà.

» C'est dans les calcaires qui forment avec les grès les bancs supérieurs de ce terrain que nous avons découvert, le 12 octobre 1872, une faune très-riche, qui nous permet de faire cesser toute incertitude sur sa position véritable.

» L'importance stratigraphique de ce gisement, absolument nouveau pour la science, l'abondance et la variété des fossiles qu'il renferme, et la rareté de quelques-uns d'entre eux, nous engagent à mettre sous les yeux

de l'Académie la liste de ceux que nous y avons observés jusqu'à ce jour; c'est un extrait du Mémoire que nous publierons *in extenso* prochainement.

POISSONS, 2 . . . . *Petalodus Hastingii*, Ag.
Pristodus, Ag.

CRUSTACÉS, 2 . . . *Phillipsia globiceps*, Phill.
Griffithides mesotuberculatus, Mc Coy.

CÉPHALOPODES, 6 . *Nautilus sulcatus*, Sow. — *N. subsulcatus*, Phill. — *N. globatus*, Sow. — *N. costellatus*, Mc Coy.
Orthoceras goldfussianum, de Koninck. — *O. sp. ind.*

ACÉPHALES, 7 . . . *Aviculopecten subfimbriatus*, de Vern. — *A. sp.*, voisine du TESSELLATUS, Phillips.
Pinna spatula, Mc Coy.
Conocardium minax, Phill.
Sanguinolites, Mc Coy, *sp. nov.*
Solenopsis.
Tellinomya, J. Hall, *sp. nov.*

GASTÉROPODES, 12. *Naticopsis spirata*, Sow.
Loxonema biserialis, Phill. — *L. constricta*, Martin. — *L. spiralis*, Phill. — *L. curvilinea*, Phill.
Macrocheilus acutus, Sow.
Trochus hisingerianus, de Kon.
Euomphalus helicoïdes, Sow. — *E. acutus*, Sow. — *E. pileopsideus*, Phill.
Pleurotomaria, Defrance, *sp.?*
Chiton, Linnée, *sp.?*

BRACHYOPODES, 26. *Athyris planosulcata*, Phill. — *A. ambigua*, Sow.
Spirifer lineatus, Martin. — *S. glaber*, Martin. — *Id.*, variété de *glaber*. — *S. bisulcatus*, Sow. — *S. crassus*, de Kon. — *S. octoplicatus*, Sow. — *S. integricosta*, Phill.
Retzia buchiana, de Kon.
Strophomena analoga, Phill.
Orthotetes crenistria, Phill. — *Id.*, variété *Sharpei*.
Orthis resupinata, Martin.
Productus giganteus, Martin. — *P. Cora*, A. d'Orb. — *P. semireticulatus*, Martin. — *P. Flemingii*, J. Sow. — *P. scabriculus*, Martin. — *P. fimbriatus*, Sow. — *P. aculeatus*, Martin. — *P. margaritaceus*, Phill.
Chonetes papilionacea, Phill. — *C. concentrica*, de Kon. — *C. dalmaniana*, de Kon. — *C. buchiana*, de Kon.

BRYOZOAIRES, 6 . . *Fenestella plebeia*, Mc Coy. — *Id.*, variété. — *F. juncida*, Mc Coy. — *F. multiporata*, Mc Coy.
Polypora goldfussiana, de Kon.
Un genre nouveau.

Crinoïdes, 2	*Poteriocrinus*, Miller, *sp. ind.*
	Platycrinus, Miller, *sp. ind.*
Echinides, 7 . . .	*Archæocidaris Urii*, Flem. — *Id., nov. sp.*
	Eocidaris, Desor, *sp. ind.*
	Lepidocentrus Munsterianus, de Kon.
	Palæchinus, Scouler, *nov. sp.* — *Id., nov. sp.*
	Melonites, Brown, *not. sp.*
Polypiers, 9 . . .	*Monticulipora inflata*, de Kon.
	Syringopora ramulosa, Goldf.
	Cladochonus, Mc Coy, *sp.?*
	Amplexus coralloides, Sow.
	Zaphreutis, M. Edw. et J. Haime, *sp.?*
	Clisiophyllum turbinatum, Mc Coy.
	Lithostrotion junceum, M. Edw. et J. Haime.
	Diphyphyllum concinnum, Lonsd.
	Lonsdaleia rugosa, Mc Coy.

» Le nombre total des espèces déjà recueillies par nous s'élève, comme on le voit, à 79. Un grand nombre d'entre elles n'est représenté que par quelques exemplaires, quelquefois même par un seul; mais un certain nombre d'autres sont extrêmement multipliées, et l'ensemble de cette liste, qui s'augmentera encore, révèle à cette époque et en ce point l'existence de conditions biologiques éminemment favorables au développement de la vie des êtres animés. Certaines couches inférieures des bancs calcaires sont pétries de *Ch. papilionacea*, associés au *Pr. semireticulatus* et au *Sp. bisulcatus*. Les *Pr. giganteus*, quelquefois énormes, *Pr. Cora* et *Pr. fimbriatus* sont aussi très-nombreux. Les Polypiers, entrelacés avec d'innombrables tiges d'Encrines et d'autres débris de Mollusques, forment en quelques points d'inextricables mélanges. Les Crustacés sont en général de petite taille et se maintiennent dans toute l'épaisseur de la formation; sur quelques plaques, ils sont comme empilés les uns sur les autres. Il en est de même des Échinodermes, dont on remarquera le nombre inusité d'espèces. Les plaques et les radioles d'*Arc. Urii* et de *Palæchinus* sont si nombreuses qu'on ne peut détacher un échantillon sans en observer. En revanche, nous ne possédons encore qu'un seul fragment de test de *Melonites*; ce genre si rare, trouvé aussi pour la première fois à l'Ardoisière, dans les terrains paléozoïques de l'ancien continent, est représenté par une espèce nouvelle que nous caractérisons et nommons, ainsi que les autres, dans notre Mémoire.

» Si, maintenant, on compare cette faune avec celles qui provien-

nent de localités classiques, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle offre avec celle de Visé, près de Liége, et de Bleiberg, en Carinthie, les plus frappantes analogies.

» La faune de l'Ardoisière est donc caractéristique du terrain carbonifère marin supérieur.

» Si l'on remarque en outre que les masses minérales qui constituent le bassin du Sichon viennent se relier par un grand nombre de lambeaux inexplorés, épars au milieu des porphyres du Forez, d'une part au système carbonifère de la vallée de la Loire, d'autre part à des témoins du même âge, épargnés par les érosions que l'on observe jusque dans la Limagne d'Auvergne, à Bongheat, et si l'on se rappelle enfin que le carbonifère a été signalé près du Chambon, dans la Creuse, on en tirera la conclusion assez inattendue que la mer carbonifère, à l'époque de Visé, recouvrait le plateau central jusqu'au delà du 46e parallèle, et par conséquent que l'émersion de ce plateau et la formation de son relief sont d'une date plus récente. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Note sur la dispersion géographique des Fougères de la Nouvelle-Calédonie;* par M. **Eug. Fournier.**

« L'étude monographique des Fougères de la Nouvelle-Calédonie, que j'ai entreprise sous la direction bienveillante de M. Ad. Brongniart, m'a conduit à des résultats que j'espère n'être pas sans intérêt pour l'Académie.

» L'étude de ces Fougères, et leur comparaison avec celles des pays voisins, faite grâce aux belles collections rassemblées dans la galerie de Botanique du Muséum, m'a conduit aux résultats suivants :

Fougères constatées à la Nouvelle-Calédonie d'une manière certaine			259
»	spéciales à la Nouvelle-Caldonie (Lîfou et l'île des Pins comprises)		86
»	communes à la Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides		64
»	»	et aux Viti	52
»	»	et aux Samoa	22
»	»	et aux Sandwich	9
»	»	et à la Polynésie en général	114
»	»	et à la Malaisie en général	73
»	»	à la Polynésie et à la Malaisie, les espèces ubiquistes exceptées	35
»	»	et à l'Inde ou à Ceylan	40
»	»	et à la Nouvelle-Hollande ou à la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie, etc.	58
»	»	et à la Mélanaisie	14

Fougères communes à la Nouvelle-Calédonie	et à la Micronésie	10
» »	et à Formose ou au Japon	12
» »	et à l'Amérique	9

» Les espèces non spéciales à la Nouvelle-Calédonie se répartissent, d'une manière générale, en deux catégories assez tranchées : les unes se répandent à l'est dans la Polynésie, à l'ouest dans la Malaisie, et vont même atteindre, aux limites extrêmes de leur aire, le Japon, l'Indo-Chine, Ceylan, la péninsule indienne. Ces espèces font partie de genres assez divers, quelques-unes d'entre elles descendent aussi dans la Nouvelle-Hollande; mais la seconde catégorie, composée d'espèces appartenant à des groupes de caractères assez tranchés, se répand spécialement dans l'Australie, l'île de Norfolk, la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie et l'île Auckland.

» Au-dessous de ce fait principal, il ressort du tableau précédent et de la connaissance des flores voisines de celles que je considère, que les affinités des Fougères néo-calédoniennes avec celles de l'un des archipels de l'Océanie sont d'autant plus nombreuses que cet archipel est lui-même plus voisin de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi c'est le quart des Fougères néo-calédoniennes qui forme, aux Nouvelles-Hébrides, la moitié de la totalité de leurs Fougères; pour les Viti, c'est le cinquième des Fougères néo-calédoniennes qui y constitue le tiers du nombre total de cette famille; pour les Samoa, les $\frac{3}{22}$ des Fougères néo-calédoniennes y forment le septième de cette famille. A l'ouest de l'aire, les affinités sont plus prononcées qu'à l'est; quelques-unes des espèces de l'Océanie, qui se retrouvent à des distances aussi éloignées de leur centre que le sont les îles Mascareignes ou la région du Cap, n'ont encore été signalées dans aucune région intermédiaire, ou bien ne l'ont été que dans la région australo-zélandaise.

» On a supposé autrefois, pour expliquer une partie de ces faits, la submersion d'un continent dont les sommets constitueraient les îles actuelles de la Polynésie; mais, si cette hypothèse générale, soutenue d'abord par Forster et ensuite par Dumont-d'Urville, paraît aujourd'hui devoir être abandonnée devant les progrès de la Géologie, il n'en est pas de même de l'hypothèse beaucoup plus restreinte qui consiste à considérer la Nouvelle-Calédonie comme ayant été jointe par l'intermédiaire de l'île Norfolk, et peut-être d'autres îles submergées, à quelque point de la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, ainsi qu'à la Nouvelle-Zélande, et, plus loin, à l'île Auckland. Cette hypothèse expliquerait la présence simultanée, dans des contrées aujourd'hui différentes par leur climat, d'espèces appartenant à des groupes homogènes, que les courants n'auraient dû, pour aucune cause, transporter de préférence à d'autres, et qui, vivant dans la région

montagneuse intérieure, sont moins exposées que les espèces littorales à être entraînées par les agents extérieurs. Quant aux îles Mascareignes, il est bien difficile d'expliquer, par un fait de transport, les affinités singulières qui relient leur flore à celle des îles océaniennes : supposer des terres disparues entre Madagascar et l'Australie est une hypothèse hardie qui s'imposera peut-être un jour à la science, surtout après les résultats obtenus par les zoologistes et formulés récemment après des études spéciales par M. Alph.-Milne Edwards. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le régime pluvial de la zone torride, dans le bassin de l'océan Atlantique;* par M. V. Raulin.

« Dans une Note précédente, sur la carte pluviométrique de France, j'ai dit que « par rapport à la végétation indigène, l'année peut être partagée » en deux parties égales de six mois chacune : une d'activité, d'avril à septembre, et une de repos, d'octobre à mars. Lorsqu'on examine la chute » de l'eau à la surface de la France pendant ces deux moitiés de l'année, » on voit qu'il tombe le plus d'eau, pendant les mois chauds, dans les » régions intérieures; pendant les mois froids, dans les régions littorales, » tant sur l'Océan que sur la Méditerranée. Une carte pluviométrique doit » exprimer ces différences, qui ont certainement leur importance agricole, » plus grande peut-être même que celle de la quantité absolue d'eau qui » tombe pendant l'année, et d'après laquelle on établit les lignes » isoombres et les teintes hyétométriques. »

» Des différences analogues, ordinairement beaucoup plus prononcées, existent aussi dans la zone torride, ainsi qu'il résulte de la comparaison des observations faites tant dans les colonies françaises, en Amérique, en Afrique, en Asie et dans l'Océanie, que dans les autres pays situés également entre les tropiques. En rattachant les stations d'observations aux bassins de chacun des trois grands océans, on trouve en effet des oppositions complètes.

» Dans les tableaux ci-joints, les stations sont réunies par séries embrassant, chaque fois que cela est possible, la largeur entière de la zone torride, et se suivant de l'ouest vers l'est à partir des côtes occidentales de l'Amérique. J'y ai rassemblé les grandes séries publiées jusqu'à présent dans les Recueils scientifiques, et, pour les colonies françaises, surtout les observations qui, restées manuscrites au Ministère de la Marine ou publiées au jour le jour dans les journaux officiels coloniaux, sont encore ignorées des météorologistes.

Tableau des quantités moyennes mensuelles d'eau tombée dans la zone torride (Atlantique).

	Localités et altitudes.	Ann.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Mexique et Amérique centrale.	Mexico (2277^m)	14	3,5	5,7	10,3	27,3	50,7	100,4	105,5	139,9	104,4	52,6	19,0	6,5
	Cordova (880^m)	9	75,1	53,3	85,2	95,8	159,8	487,1	443,2	409,1	515,8	332,4	118,6	91,6
	Vera-Cruz (3^m)	9	129,5	0,0	0,0	12,7	797,6	538,5	1516,4	911,8	988,0	203,2	114,3	10,0
	Guatémala (1480^m)	9	6,8	3,5	18,4	48,4	138,5	293,6	228,1	225,9	221,7	169,7	17,4	8,8
	Belise	6	155,3	79,6	42,6	45,7	19,8	174,5	204,2	186,3	180,2	332,0	201,5	199,6
	S. Jose de Costarica (1170^m)	3	28,1	5,1	0,0	61,0	116,9	317,5	245,6	211,6	260,2	355,6	99,1	74,5
	Aspinwall (3^m)	4	57,7	37,1	12,1	70,4	336,6	337,2	245,6	348,2	386,1	311,9	621,3	322,6
Vénézuéla et Nouvelle-Grenade.	Caracas (881^m)	2	5,0	15,5	14,5	42,5	73,8	116,0	92,2	87,5	126,5	124,0	59,8	7,5
	S^a Fé de Bogota (2634^m)	2	138,5	106,7	88,9	241,3	188,8	100,3	91,4	116,8	86,4	232,4	299,7	190,5
	Marmato (1426^m)	2	50,0	88,0	138,0	140,0	251,0	285,0	39,0	12,0	91,0	175,0	256,0	101,0
Grandes Antilles.	Cuba : La Havane	11	64,0	53,0	61,0	31,0	97,0	126,0	138,0	116,0	147,0	79,0	83,0	31,0
	Jamaïque : Newcastle (1235^m)	4½	84,7	156,7	68,6	182,1	293,6	199,2	133,5	203,3	282,6	368,5	482,7	173,9
	» Up. Park Camp. (73^m)	11½	45,8	51,2	38,1	84,7	249,0	84,7	53,3	151,8	152,0	165,0	210,5	89,0
	Haïti : Léogane	7	26,9	40,6	96,0	158,4	152,0	125,0	84,6	174,5	169,2	132,5	86,6	41,3
	» Port-au-Prince (57^m)	6½	26,1	87,2	92,6	198,8	317,5	108,1	92,8	156,3	189,1	155,1	92,3	34,1
	» Tivoli (431^m)	3½	288,0	201,9	242,5	203,0	388,4	289,1	190,9	242,8	354,2	328,5	281,1	362,5
Petites Antilles.	Saint-Thomas	3	78,3	39,4	54,0	61,0	22,1	21,1	57,2	119,4	208,3	77,7	112,8	40,6
	Antigua	4	45,2	26,7	71,6	43,2	99,1	160,0	129,5	163,1	188,5	159,5	89,4	113,5
	Guadeloupe : Sainte-Rose	5	137,0	74,0	72,0	123,0	263,0	245,0	176,0	191,0	250,0	231,0	240,0	155,0
	» Pointe-à-Pitre	17½	93,7	86,9	64,7	78,4	163,5	166,3	184,3	146,6	182,7	238,2	209,9	125,3
	» Basse-Terre	33	155,5	95,5	76,0	99,8	139,2	162,2	188,9	214,8	195,1	198,6	161,6	159,0
	» Camp-Jacob (545^m)	12½	264,9	175,3	191,6	159,8	281,9	377,1	365,4	415,0	355,0	399,0	342,8	308,3
	» Les Saintes	4	61,0	54,3	56,0	38,0	53,4	101,0	111,7	120,3	173,7	85,5	223,8	103,5
	Martinique : Fort-de-France	28	122,6	105,2	64,4	91,6	110,4	176,1	234,9	267,8	215,5	243,7	197,2	144,8
	» Saint-Pierre (13^m)	41	127,3	105,1	102,2	95,9	163,8	247,5	307,6	348,7	268,6	232,3	227,5	193,6
	Barbade (6^m)	12	53,2	59,3	28,0	37,8	93,6	131,0	125,5	169,4	130,5	222,8	149,0	95,4
	Saint-Vincent	6	103,6	93,2	78,7	59,3	132,1	258,1	252,5	224,3	194,8	235,0	211,7	167,4
Guyanes.	George-Town (Demerara) (3^m)	7	253,3	133,3	217,5	215,9	393,7	364,5	279,0	195,6	50,8	66,8	177,7	279,0
	Paramaribo (Surinam)	17	210,6	157,9	242,9	222,5	300,6	291,4	217,5	104,7	80,2	69,4	116,2	222,6
	Cayenne (2^m)	18	372,7	374,1	441,9	452,9	565,4	450,6	207,4	78,3	32,4	36,7	134,7	283,5
Brésil.	Ceara (14^m)	13	60,0	238,2	255,2	431,0	271,0	153,0	46,0	13,7	10,6	8,1	8,8	43,1
	Rio-Janeiro (63^m)	6	105,8	119,3	109,3	69,5	153,5	34,7	29,1	97,6	48,5	68,8	138,2	105,0
Sénégambie.	Iles du Cap Vert : Praya	1½	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	160,4	54,1	0,0	0,0	4,1
	Saint-Louis	15	6,5	0,9	0,2	0,0	1,6	13,7	53,8	205,5	108,0	10,5	3,0	1,1
	Gorée	8	0,3	1,9	0,0	0,3	0,3	21,3	102,9	277,7	118,0	7,2	2,5	0,3
	Sierra-Leone	6	17,8	7,6	12,8	100,9	212,0	328,2	499,5	528,3	627,4	268,0	121,9	36,9
Guinées et Iles.	Saint-Georges d'Elmina	3	1,4	48,6	47,8	82,3	118,3	170,8	42,9	26,5	23,0	60,4	54,4	36,4
	Christiansberg	14	26,6	55,3	37,3	142,6	143,2	50,8	10,2	17,1	44,1	18,1	17,4	12,7
	Fernando-Po	4	25,0	93,0	230,0	210,0	213,0	280,0	162,0	282,0	420,0	392,0	222,0	28,0
	Ascension	2	6,4	1,5	8,5	57,4	59,3	12,7	31,7	41,8	17,1	14,2	16,3	8,5
	Sainte-Hélène (538^m)	7	73,1	118,9	142,5	72,9	124,8	112,5	97,3	101,8	104,6	77,5	43,7	62,2

Tableaux des quantités moyennes trimestrielles et annuelles.

Côtes orientales d'Amérique et Antilles.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.	Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.
Mexico	15,7	88,3	345,8	176,0	625,8	Saint-Thomas	158,3	137,1	197,7	398,8	891,9
Cordova	220,0	340,8	1339,4	966,8	2867,0	Antigua	185,4	213,9	452,6	437,4	1289,3
Vera-Cruz	139,7	810,2	2966,8	1305,5	4132,7	Sainte-Rose	366,0	458,0	612,0	721,0	2157,0
Guatémala	19,1	205,3	747,6	408,8	1380,8	Pointe-à-Pitre	305,9	306,6	497,2	630,8	1740,5
Belise	434,5	108,1	565,0	713,7	1821,3	Basse-Terre	410,0	315,0	565,9	555,3	1846,2
S. Jose de Costarica	107,7	177,9	774,7	714,9	1775,2	Camp-Jacob	748,5	633,3	1157,5	1096,8	2636,1
Aspinwall	417,4	419,1	931,0	1319,3	3086,8	Les Saintes	218,8	147,4	333,0	483,0	1182,2
Caracas	28,0	130,8	295,7	310,3	764,8	Fort-de-France	372,6	266,4	678,8	656,4	1974,2
Santa-Fé de Bogota	435,7	519,0	308,5	618,5	1881,7	Saint-Pierre	426,0	361,9	903,8	728,4	2420,1
Marmato	239,0	529,0	336,0	522,0	1626,0	Barbade	207,9	159,4	425,9	503,2	1296,4
La Havane	148,0	189,0	384,0	309,0	1030,0	Saint-Vincent	364,2	270,1	734,9	641,5	2010,7
Newcastle	415,3	544,3	536,0	1133,8	2629,4	Georges-Town	665,6	827,1	839,1	295,3	2627,1
Up. Park Camp	186,0	371,8	289,8	527,5	1375,1	Paramaribo	590,7	766,0	613,6	265,8	2261,1
Léogane	108,8	406,4	384,1	388,3	1287,6	Cayenne	1030,3	1460,2	736,3	203,8	3430,6
Port-au-Prince	147,4	608,9	357,2	436,5	1550,0	Ceara	341,3	957,2	212,7	27,5	1538,7
Tivoli	852,5	833,9	722,8	963,8	3373,0	Rio-Janeiro	330,1	332,3	161,4	255,5	1089,3

Côtes occidentales d'Afrique et îles.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.	Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.
Praya	8,6	0,0	164,0	54,1	226,7	Christiansberg	94,6	323,1	78,1	79,6	575,4
Saint-Louis	8,5	1,8	273,0	121,5	404,8	Fernando-Po	146,0	653,0	724,0	1034,0	2557,0
Gorée	2,5	0,6	401,9	127,7	532,7	Ascension	16,4	125,2	86,2	47,6	275,4
Sierra-Leone	62,3	325,7	1356,0	1017,3	2761,3	Sainte-Hélène	254,2	340,2	311,6	225,8	1131,8
St-Georges d'Elmina	86,4	248,4	240,2	137,8	712,8						

» Dans le bassin de l'océan Atlantique, il y a opposition complète : à l'ouest, en Amérique, entre le Mexique, l'Amérique centrale, le Vénézuéla et les Antilles au nord, et la Nouvelle-Grenade, les Guyanes et le Brésil au sud; à l'est, en Afrique, entre la Sénégambie et les îles du Cap-Vert au nord, et la Guinée et les îles de l'Ascension et Sainte-Hélène au sud.

» Le Mexique et l'Amérique centrale, du tropique du Cancer à 8 degrés de latitude nord, forment entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique une barrière plus ou moins élevée, sur laquelle le régime des pluies d'été l'emporte de beaucoup, à Mexico, à Guatémala, à San-Jose de Costarica et aussi à Caracas, dans le Vénézuéla. Il en est de même à Vera-Cruz sur la côte; mais, sur celle-ci, à Tabasco, Belize et Aspinwall, le maximum des pluies n'arrive qu'en octobre.

» Les Antilles forment une sorte de barrage unissant la Floride aux Guyanes, au devant du golfe du Mexique; dans les Grandes Antilles (Cuba, la Jamaïque, Haïti, Portorico et les Iles-Vierges) comprises entre le tropique et 18 degrés nord, les mois les plus pluvieux sont aussi ceux de l'été, pendant lequel il y a cependant des mois assez secs. Dans les Petites

Antilles, s'étendant de 18 à 11 degrés, c'est toujours le même régime, mais le mois le plus pluvieux est souvent septembre ou octobre.

» Dans les Guyanes anglaise, hollandaise et française, sur la côte, entre 7 et 4 degrés, les pluies sont très-abondantes et soumises à un régime inverse des plus prononcés, les mois les plus pluvieux des Antilles étant ici les plus secs. Ce même régime des pluies d'hiver se retrouve dans les montagnes de la Nouvelle-Grenade et de l'Équateur, à Santa-Fé de Bogota, Marmato et Quito.

» Au Brésil, ce même régime se poursuit sur la côte, depuis l'équateur jusqu'au tropique du Capricorne, ainsi que le montrent les deux grandes séries de Céara et de Rio-Janeiro, et diverses petites, intermédiaires ou échelonnées depuis l'embouchure de l'Amazone; il règne aussi dans l'intérieur, autant qu'on peut en juger par la petite série de Manaos, près du Rio-Negro, à 4 degrés de latitude sud, et par celles de Barramença et de Gongo-Soco, au nord-ouest de Rio-Janeiro. Il se continue même au delà du tropique, à l'Assomption du Paraguay, par 25 degrés; mais à Lima, par 12 degrés de latitude sud, où la quantité de pluie est très-faible, reparaît le régime inverse du Mexique et des Antilles.

» Sur la côte occidentale d'Afrique, tous les lieux d'observation sont situés au nord de l'équateur, de 17 à 4 degrés. Sur la côte de Sénégambie et aux îles du Cap-Vert, les pluies d'été sont très-prédominantes, et le mois le plus pluvieux est celui d'août, ou bien celui de septembre, à Sierra-Leone.

» Sur la côte de Guinée, c'est le régime inverse qui, moins bien accusé, se poursuit au sud de l'équateur, dans les îles de l'Ascension par 8 degrés et de Sainte-Hélène par 16 degrés. Toutefois, au fond du golfe de Guinée, à Fernando-Po, par 3 degrés de latitude nord, reparaît le régime de la Sénégambie, avec pluies d'automne plus accentuées. »

M. E. Laborde adresse une Note concernant l'absorption du gaz ammoniac sec par le sucre de canne.

« En employant du sucre de canne absolument sec et le soumettant à l'action d'un courant de gaz ammoniac, séché par une longue colonne de chaux vive, on voit le sucre prendre d'abord une certaine opalescence et la consistance cireuse indiquée par Raspail; mais, au bout de douze heures, il se liquéfie et coule à la surface du tube qui le contient.

» Des pesées successives ont conduit à une valeur maxima, pour le gaz

absorbé, qui est 7,83 pour 100 en poids. Cette quantité s'abaisse dès que le courant gazeux se ralentit.

» Exposé à l'air, le sucre perd peu à peu le gaz qu'il retenait, jusqu'à 1 ou 2 pour 100. Au bout de trois mois, le sucre renfermait encore 0,37 pour 100 de gaz ammoniac et avait gardé une saveur fort piquante.

» Le glucose présente de même une liquéfaction très-rapide; mais il y a rapidement coloration et formation d'un produit cristallisé en très-petites aiguilles. »

M. **Tresca** présente à l'Académie, de la part de M. *Eug. Catalan*, actuellement professeur à l'Université de Liége, la collection complète des polyèdres semi-réguliers, qui ont fait l'objet d'un des plus intéressants Mémoires de ce géomètre.

« Ces polyèdres, au nombre de trente, parmi lesquels quatre seulement, au lieu d'être uniques, forment les types de véritables familles donnant lieu à une infinité de solutions, ont été exécutés en plâtre d'une manière fort remarquable par M. Muret, géomètre de la ville de Paris. Ils ont tous un module commun en ce que le rayon de la sphère circonscrite aux polyèdres du premier genre est, pour tous les solides, de 75 millimètres; cette longueur est également celle du rayon de la sphère inscrite aux polyèdres du second genre, qui sont seulement circonscriptibles et non inscriptibles dans la sphère.

» La Note imprimée qui accompagne la collection est un résumé, aussi succinct que possible, du dernier paragraphe du Mémoire original. Une photographie de tous ces solides, obtenue par M. Niveault, donne sur l'ensemble des remarquables modèles de Muret une image très-satisfaisante de la plupart d'entre eux.

» Bien que toutes les épures aient été dessinées par M. Catalan lui-même, l'exécution en relief présentait de grandes difficultés, et je me permettrai de signaler à ce point de vue, comme étant particulièrement réussis, l'hexécontaèdre à faces pentagonales qui forme le n° XII', et qui présente soixante faces de pentagones non réguliers, ainsi que l'hexécontaèdre à faces quadrangulaires, dont les côtés sont symétriques deux à deux sur chacune des faces, et qui forme le n° XV'. »

M. le baron **Larrey** appelle l'attention de l'Académie sur un ouvrage imprimé en anglais, de M. *J. Barnes,* chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, et intitulé : *Histoire médicale et chirurgicale de la guerre de* 1861 *à* 1865.

« Cet Ouvrage considérable, dit M. Larrey, forme deux volumes compactes, grand in-4°, pour la première partie seulement, avec tableaux statistiques, cartes et planches de Pathologie ou de Thérapeutique. Il a été composé des travaux partiels entrepris par les différents chefs du service de santé des armées, sous la direction du chirurgien général, qui en expose l'ensemble dans la préface.

» Le premier volume, commençant l'*Histoire médicale* de la guerre américaine, consiste surtout dans une longue série de tableaux statistiques de tous les faits compris dans les rapports mensuels sur les maladies de l'armée, les décès et les renvois des hommes devenus impropres au service. Ces tableaux sont classés en deux séries, l'une pour les troupes de la race blanche, l'autre pour les troupes de couleur, distinction dont l'importance est démontrée. Chacune de ces séries est subdivisée en deux sections : la première des maladies et de la mortalité, la seconde des libérations du service.

» Des modèles de ces tableaux et l'énumération des maladies qu'ils exposent représentent successivement les fièvres intermittentes, les fièvres éruptives, les maladies des organes digestifs, des organes respiratoires, du système circulatoire, du cerveau et du système nerveux, des voies urinaires et des organes génitaux, ainsi que les maladies syphilitiques, etc. Cette nomenclature ou classification se prêterait à des remarques critiques dont nous n'avons pas à parler ici, quoiqu'elle soit discutée dans l'introduction de l'Ouvrage, avec tous les détails nécessaires. Des explications spéciales font connaître les particularités des tableaux statistiques, suivant les influences des milieux, des époques, des origines et des conditions diverses propres à en modifier les résultats.

» Un appendice à la première partie de l'*Histoire médicale* contient les rapports des directeurs de chaque service et d'autres documents. Ces rapports, au nombre de 289, donnent, par ce chiffre seul, une idée des développements de cette immense statistique.

» Le second volume constitue la première partie de l'*Histoire chirurgicale* de la guerre et n'offre pas moins d'intérêt. Il indique d'abord le but déterminé d'unir le service de la chirurgie aux opérations militaires, par campagnes distinctes et pour chaque bataille ou principal combat.

» Le plan adopté à cet effet comporte un compte rendu de la campagne, avec l'énumération des troupes engagées, le mode de transport des blessés, l'aménagement le meilleur des hôpitaux, l'exposé des blessures et des opérations pour chaque engagement, les rapports des directeurs du service et tous les autres documents utiles.

» Des modèles d'observation clinique, de rapports partiels et de relevés statistiques des blessures, d'après l'ordre des régions du corps, présentent l'ordre le plus méthodique.

» L'examen des blessés ou opérés parvenus à la guérison les range dans des catégories distinctes, constituant, comme dans l'armée française, des classes plus ou moins élevées pour les pensions de retraite. C'est là surtout qu'il faut chercher la source la plus exacte des relevés ou tableaux statistiques de la chirurgie.

» Les principaux ouvrages connus sur la chirurgie militaire ont été consultés avec soin pour l'élaboration de ces documents, complétés de tous ceux qui ont été fournis par l'armée confédérée. De larges emprunts enfin ont été faits aux diverses publications européennes sur les dernières guerres, moins celle de 1870-1871, la plus désastreuse de toutes.

» Une chronologie sommaire des engagements et des batailles précède la description spéciale des blessures, accompagnée elle-même d'un grand nombre de planches, soit séparément du texte, soit dans le texte même, selon le plan adopté pour la publication des *Circulaires* du service médical de l'armée américaine.

» Les lésions traumatiques de la tête et les cas de trépanation du crâne offrent un intérêt spécial par la multiplicité des faits et par toutes les considérations qui s'y rapportent. Viennent ensuite les blessures de la face et les opérations plastiques, les blessures du cou, celles du dos et celles de la poitrine. Ajoutons que les blessures de l'abdomen et celles des membres, ainsi que les résections et les amputations, trouveront sans doute leur place dans la seconde partie de ce Recueil, fort précieux pour la médecine et la chirurgie des armées. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Déc. 1873.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	THERMOMÈTRES du jardin. Maxima.	THERMOMÈTRES du jardin. Moyennes.	THERMOMÈTRES du pavillon. Minima.	THERMOMÈTRES du pavillon. Maxima.	THERMOMÈTRES du pavillon. Moyennes.	EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol à 0m,02.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol à 0m,10.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol à 0m,30.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol à 1m,00.	THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T' — t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	770,2	1,2	7,2	4,2	1,3	7,5	4,4	-1,1	4,1	5,5	7,0	9,3	4,3	5,06	88	»	0,0
2	770,3	-0,5	6,5	3,0	-0,5	6,8	3,2	-2,0	5,0	5,2	6,1	9,2	1,0	5,88	94	»	0,0
3	770,4	1,6	6,3	4,0	1,6	6,5	4,1	-0,7	4,6	5,5	6,3	9,0	2,5	5,06	86	»	0,0
4	770,6	1,6	3,8	2,7	1,6	4,2	2,9	-1,9	4,1	4,8	5,7	8,8	0,5	5,44	96	»	0,0
5	767,4	1,9	3,8	2,9	1,9	3,6	2,8	-2,2	3,9	4,8	5,5	8,6	0,5	5,18	97	»	1,5
6	764,8	-0,6	6,1	2,8	-0,5	6,2	2,8	-2,4	3,4	4,3	5,2	8,4	0,7	4,96	89	»	2,5
7	769,5	-1,0	4,5	1,8	-0,8	4,3	1,8	-3,2	1,6	2,9	4,5	8,3	5,2	3,72	77	»	0,0
8	770,5	-4,4	2,4	-1,0	-3,7	1,8	-1,0	-5,2	0,0	1,4	3,4	8,0	5,0	3,63	84	»	0,0
9	769,3	-5,2	2,1	-1,6	-5,3	1,3	-2,0	-5,9	-0,4	0,9	2,6	7,7	3,9	3,19	79	»	0,0
10	767,3	-4,9	3,2	-0,9	-4,7	3,3	-0,7	-4,6	-0,4	0,6	2,2	7,3	3,1	3,55	79	»	0,5
11	768,5	-1,6	3,2	0,8	-1,5	3,5	1,0	-2,6	-0,2	0,5	1,8	7,0	3,9	3,93	82	»	0,0
12	769,1	-2,6	3,8	0,6	-2,6	3,5	1,0	-2,7	-0,1	0,6	1,7	6,7	0,7	4,19	85	»	0,0
13	769,4	1,7	3,5	2,6	1,8	3,3	2,6	-1,6	0,6	1,1	1,7	6,4	0,5	4,34	78	»	0,5
14	766,7	»	»	(a) 0,3	»	»	(a) 0,2	-3,6	0,9	1,6	2,1	6,1	0,3	3,96	84	»	1,5
15	764,9	-1,8	(b) »	-0,6	-1,8	(b) »	-0,6	-4,6	0,1	1,1	1,9	6,0	0,5	3,89	89	»	4,5
16	758,4	(b) »	10,6	7,4	(b) »	10,8	7,3	3,1	4,8	3,6	2,5	5,8	0,3	7,15	91	»	10,5
17	762,0	8,4	11,6	10,0	8,4	11,7	10,1	5,8	7,2	6,4	4,4	6,3	0,7	8,35	92	»	7,5
18	763,1	8,1	10,0	9,1	8,1	10,3	9,2	5,0	7,3	7,0	5,6	5,9	0,8	7,59	89	»	5,5
19	757,4	»	»	(a) 5,0	»	»	(a) 5,2	1,6	5,6	6,3	5,8	6,2	0,6	6,11	93	»	7,0
20	756,0	2,6	7,1	4,9	2,7	7,7	5,2	1,7	4,7	5,3	5,4	6,4	0,9	6,09	94	»	7,0
21	762,4	2,6	8,8	5,7	2,2	9,3	5,8	2,6	5,7	5,6	5,2	6,5	1,0	6,87	94	»	5,5
22	761,7	5,8	7,4	6,6	5,7	7,7	6,7	3,7	5,8	6,1	5,6	6,6	0,9	6,43	89	»	10,0
23	763,0	5,5	8,9	7,2	5,6	9,0	7,3	4,0	5,8	6,0	5,8	6,6	2,1	6,41	89	»	11,0
24	761,7	4,1	10,5	7,3	4,1	10,8	7,5	4,6	7,0	6,9	5,9	6,7	1,6	7,64	91	»	6,5
25	764,3	»	»	(a) 5,6	»	»	(a) 5,6	3,2	6,1	6,5	6,3	6,8	0,5	6,09	89	»	1,5
26	760,3	1,0	5,4	3,2	1,1	5,4	3,3	1,4	4,8	5,0	5,7	6,9	0,6	5,32	91	»	3,5
27	753,0	1,5	7,1	4,3	1,7	6,9	4,3	2,0	3,9	4,6	5,2	7,0	3,3	5,31	94	»	10,0
28	759,3	-0,6	4,5	2,0	-0,5	4,5	2,0	-0,2	1,8	3,1	4,4	6,9	3,2	4,56	97	»	1,5
29	758,5	-5,2	1,5	-1,9	-4,9	1,7	-1,6	-3,8	0,5	1,9	3,4	6,8	3,5	3,41	92	»	0,0
30	756,4	-5,1	1,3	-1,9	-5,3	1,2	-2,1	-4,4	-0,2	1,0	2,6	6,6	5,6	3,43	88	»	4,0
31	750,3	-1,6	7,1	2,8	-1,7	6,7	2,5	0,1	3,3	2,7	2,5	6,3	1,0	6,01	91		10,5
Moy.	763,8	0,6	5,7	3,2	0,7	5,7	3,2	-0,5	3,2	3,8	4,3	7,1	1,9	5,24	89	»	3,6

(a) La température s'est continuellement abaissée. — (b) Marche ascendante continue.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Déc. 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin.			Pluie.		Évaporation (2).	Vents.			Nébulosité.	Remarques.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.		Direction générale à terre.	Vit^{esse} moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.19,1	65.27,5	»	»	»	1,2	SO-NO	1,7	»	0,1	Gelée blanche. Brumeux.
2	19,5	28,4	»	0,0	0,0	0,4	Calme.	0,8	»	1,0	Id. Brouil. persist.
3	22,0	27,2	»	»	»	0,7	N	5,3	N	0,3	Brouillard épais le matin.
4	22,2	24,5	»	»	»	0,2	NE	3,3	»	1,0	Brouillard persistant.
5	25,2	26,8	»	0,1	0,1	0,1	ESE	2,1	»	1,0	Brouillard assez dense le soir.
6	23,1	25,4	»	0,1	0,1	0,6	NO	4,5	NO	0,6	Gelée blanche.
7	(1) 23,2	27,0	»	»	»	1,5	N	3,7	»	0,0	Forte gelée blanche. Vaporeux.
8	20,1	(1) 26,0	»	»	»	0,8	NNE	1,6	»	0,0	Givre épais. Très-beau.
9	20,3	(1) 25,6	»	»	»	0,6	N	0,6	»	0,1	Id. Légèrement voilé.
10	19,3	24,8	»	»	»	0,9	N	4,3	»	0,3	Brouillard le matin. Beau.
11	18,2	26,1	»	»	»	1,8	N	8,0	»	0,1	Beau au-dessus du brouillard.
12	19,5	25,6	»	»	»	0,7	NE	7,8	»	0,9	Givre très-épais. Brumeux.
13	20,2	26,7	»	»	»	1,3	NNE	8,7	ENE	1,0	Faiblement couv. par la brume.
14	21,0	26,7	»	»	»	0,5	E	2,2	»	1,0	Id. Id.
15	21,6	25,9	»	0,0	0,0	0,3	SSO	6,3	»	1,0	Pluie fine, verglas, lueur auror.
16	21,1	26,7	»	0,2	0,2	0,4	SO	13,8	SO	1,0	Pluvieux. Traces d'aurore bor.
17	25,5	28,7	»	0,1	0,1	0,8	O	6,5	O	1,0	Petite pluie et lueur aurorale.
18	30,1	28,0	»	0,3	0,3	0,6	O	2,9	O	1,0	Pluie fin. mat. Id.
19	33,1	27,5	»	»	»	0,5	SO	5,2	»	1,0	Brumeux.
20	30,5	26,1	»	0,0	0,0	0,3	SSO	3,7	»	0,8	Gouttes de pluie fine.
21	26,3	26,0	»	0,3	0,2	0,6	O	4,6	O	1,0	Pluie très-fine le matin.
22	25,4	26,6	»	0,3	0,2	1,1	SO	8,3	SO	1,0	Lueur aurorale le soir.
23	24,1	26,4	»	0,3	0,2	0,7	SO	6,9	NO	0,5	Id.
24	20,9	26,4	»	»	»	0,9	O	5,1	»	0,8	»
25	24,8	26,7	»	»	»	0,3	variable.	1,6	»	1,0	Brumes élevées.
26	23,7	25,2	»	0,1	0,1	0,5	S	4,3	»	1,0	Pluvieux.
27	21,4	24,8	»	2,0	1,6	0,7	variable.	7,6	SO	0,5	»
28	21,1	24,0	»	0,2	0,4	1,1	ONO-ENE	2,9	NNE	0,5	Givre le matin. Brouil. le soir.
29	20,3	(1) 23,3	»	»	»	0,8	E	1,0	»	0,4	Fort givre et brouil. int. le mat.
30	17,1	(1) 25,6	»	»	»	0,8	SSE	5,2	»	0,3	Fort givre dans la matinée.
31	13,1	24,8	»	3,1	2,5	0,7	SSO	12,1	SSO	1,0	Pluie par intervalles.
Moyen. ou totaux.	17.22,4	65.26,0	»	7,1	6,0	22,4		4,9		0,68	

(1) Oscillations. — (2) L'évaporomètre Piche, usité d'ordinaire, a été remplacé pendant les gelées par une surface de 2 décimètres carrés de terre tamisée et saturée d'eau.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Déc. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	763,84	764,24	763,76	763,26	763,60	763,86	763,73	763,73 (1)
Pression de l'air sec	758,95	759,13	758,12	757,66	758,15	758,65	758,73	758,49 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin)	1,74	2,32	4,23	4,66	3,96	3,17	2,42	3,09 (1)
» (pavillon)	1,84	2,32	4,04	4,73	3,92	3,22	2,59	3,10 (1)
Thermomètre à alcool incolore	1,65	2,25	4,09	4,56	3,86	3,08	2,45	3,01 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	1,35	4,89	11,42	7,18	3,33	»	»	6,70 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	1,30	3,09	7,40	5,48	3,24	»	»	4,80 (2)
Excès (T' — t)	0,05	1,80	4,02	1,70	0,09	»	»	1,90 (2)
Températ. du sol à 0^m,02 de profond^r.	2,85	2,91	3,52	3,79	3,56	3,25	3,03	3,24 (1)
» 0^m,10 »	3,67	3,61	3,78	4,04	4,07	3,96	3,79	3,83 (1)
» 0^m,20 »	4,52	4,43	4,39	4,43	4,53	4,53	4,52	4,49 (1)
» 0^m,30 »	4,38	4,44	4,26	4,25	4,29	4,32	4,32	4,31 (1)
» 1^m,00 »	7,14	7,13	7,13	7,11	7,10	7,09	7,07	7,11 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	4,89	5,11	5,64	5,60	5,45	5,21	5,00	5,24 (1)
État hygrométrique en centièmes	90,4	91,5	89,0	85,5	86,8	87,4	88,7	88,7 (1)
Pluie en millimètres à 1^m,80 du sol	1,3	0,3	0,4	2,5	1,2	0,1	0,2	t. 6,0
» (à 0^m,10 du sol)	1,4	0,4	0,6	2,9	1,4	0,1	0,3	t. 7,1
Évaporation totale en millimètres	»	»	»	»	»	»	»	t. 22,4
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	4,2	4,4	4,7	5,9	5,3	5,0	5,0	»
Pluie moy. par heure (à 1^m,80 du sol).	0,22	0,10	0,13	0,83	0,40	0,03	0,07	»
Évaporation moyenne par heure	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique....... 65° +	»	26',0	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique....... 17° +	22',8	22',4	25',4	23',5	23',0	21',2	21',1	23',1 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	3°,2
» » (pavillon du parc)	3,2
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	2,6
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6^h M. 9^h M., midi, 3^h S. 6^h S.).	5,63
» incolore t » » »	4,10
Excès (T' — t) » » »	1,53
» .... (valeur déduite de 4 observations : 9^h M., midi, 3^h, 6^h S.)	1,90

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.